

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2008

JITKA PRŮDKOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**MECHANICKÉ VLASTNOSTI POLOPROPUSTNÝCH
TEXTILIÍ**

**MECHANICAL PROPERTIES OF SEMI-PERMEABLE
FABRICS**

Jitka Průdková

KHT-612

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jindra Porkertová

Rozsah práce:

Počet stran textu ...49

Počet obrázků32

Počet tabulek2

Počet stran příloh..15

Zadání bakalářské práce

U 10 vzorků polopropustných textilií proměřte ohybovou tuhost, smykovou tuhost, tažnost a splývavost dle možností i odolnost vzorků proti oděru.

Metodou marketingového výzkumu zjistěte, jak uživatelé polopropustných textilií hodnotí a rozlišují komfort nošení oděvů z tuhých a elastických textilií.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 12. května 2008

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Moje poděkování patří především vedoucímu práce prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za odborné vedení a cenné rady. Dále pak pracovníkům Katedry textilních materiálů, kteří mi pomáhali s měřením. Velké díky patří i vedení Katedry oděvnictví, kde mi bylo umožněno měření na přístrojích KES a Ing. Marii Koldinské za provedení zkoušek a obohacující konzultace.

V neposlední řadě děkuji rodině a všem, kteří mě v době studia i tvorbě bakalářské práce podporovali.

ANOTACE

V této bakalářské práci jsou měřeny mechanické vlastnosti 10 různých vzorků polopropustných textilií. Teoretická část pojednává o komfortu nošení polopropustných textilií a nabízí jejich obecné rozdělení. Jsou zde popsány i zjišťované mechanické vlastnosti a způsoby jejich měření. Experimentální část obsahuje informace o samotném měření. Zjišťovány byly smyková a ohybová tuhost, tažnost, splývavost a odolnost v oděru. Navíc byla změřena plošná hmotnost vzorků. Vyhodnocení obsahuje jak výsledky měření, tak srovnání jednotlivých charakteristik. Závěr práce je věnován marketingovému výzkumu, který byl proveden formou dotazování. Jeho účelem bylo zjistit zájem uživatelů o zkoumané materiály a také jejich vnímání rozdílů mezi nošením tuhých a elastických polopropustných textilií.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Polopropustné textilie, ohybová tuhost, smyková tuhost, tažnost, splývavost, odolnost v oděru, marketingový výzkum.

ANNOTATION

In this baccalaureate work are measured mechanical properties of 10 samples of semi-permeable fabrics. The theoretic part deals with the wear comfort of semi-permeable fabrics and offers their common classification. In addition there are described also investigated mechanical properties and methods of their measurement. The experimental part contains information about the measurement itself. There were investigated shearing and bending rigidity, extensibility, drapeability and abrasive resistance. In addition was measured surface mass. The interpretation contains both results of measurement and individual characteristics comparison. The conclusion is devoted to the marketing research which was performed by questioning. Its purpose was to find out the interest of users in the surveyed materials and also their disparity perception between wearing rigid and elastic semi-permeable fabrics.

KEY WORDS:

Semi-permeable fabrics, bending rigidity, shearing rigidity, extensibility, drapeability, abrasive resistance, marketing research.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| Úvod | 8 |
| TEORETICKÁ ČÁST | 9 |
| 1. Komfort | 9 |
| 1.1 Sensorický komfort | 9 |
| 2. Polopropustné textilie..... | 10 |
| 2.1 Rozdělení polopropustných textilií..... | 11 |
| 2.1.1 Povrstvené textilie (zátěry)..... | 11 |
| 2.1.2 Membránové textilie (lamináty) | 12 |
| 3. Mechanické vlastnosti a způsoby jejich zjišťování..... | 16 |
| 3.1 Deformace | 16 |
| 3.2 Zjišťované mechanické vlastnosti | 17 |
| 3.2.1 Ohybová tuhost..... | 17 |
| 3.2.2 Smyková tuhost | 18 |
| 3.2.3 Tah..... | 19 |
| 3.2.4 Splývavost | 19 |
| 3.2.5 Odolnost plošné textilie v oděru..... | 21 |
| 3.3 Zvolené měřicí přístroje a metody | 21 |
| 3.3.1 Systém KES | 21 |
| 3.3.2 Ohyb přes ostrý roh | 23 |
| 3.3.3 Komorový vrtulkový odírač | 23 |
| 3.3.4 Přístroj Martindale..... | 24 |
| EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST | 25 |
| 4. Měření..... | 25 |
| 4.1 Vzorky | 25 |
| 4.2 Systém KES..... | 27 |
| 4.2.1 Podstata zkoušky | 27 |
| 4.2.2 Postup | 30 |
| 4.3 Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh | 31 |
| 4.3.1 Podstata zkoušky | 31 |
| 4.3.2 Postup | 31 |
| 4.4 Odolnost v oděru na komorovém vrtulkovém odírači..... | 32 |
| 4.4.1 Podstata zkoušky | 32 |
| 4.4.2 Postup | 32 |
| 4.5 Odolnost v oděru na přístroji Martindale | 33 |
| 4.5.1 Podstata zkoušky | 33 |
| 4.5.2 Postup | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 5. Vyhodnocení zkoušek | 34 |
| 5.1 Tahové charakteristiky | 34 |
| 5.2 Ohybové charakteristiky | 35 |
| 5.3 Smykové charakteristiky | 36 |
| 5.4 Splývavost | 37 |
| 5.5 Odolnost textilie v oděru | 39 |
| 5.5.1 Vrtulkový odírač | 39 |
| 5.5.2 Martindale | 40 |
| 5.6 Celkové porovnání vzorků | 41 |
| 5.7 Otázky závislosti vybraných charakteristik | 43 |
| 5.7.1 Charakterizuje splývavý úhel DA smykovou a ohybovou tuhost? | 43 |
| 5.7.2 Ovlivňuje ohybová tuhost náchylnost materiálu k oděru? | 45 |
| 5.7.3 Ovlivňuje plošná hmotnost náchylnost materiálu v oděru? | 46 |
| 6. Marketingový výzkum | 48 |
| 6.1 Vlastní výzkum | 48 |
| 6.2 Vyhodnocení dotazníků | 49 |
| 7. Závěr | 54 |
| Seznam použité literatury | 56 |
| Seznam obrázků | 58 |
| Seznam tabulek | 59 |
| Seznam příloh | 60 |

ÚVOD

Polopropustné textilie mají jedinečnou vlastnost odvádět od těla vlhkost a současně zabraňují průchodu vlhkosti z okolního prostředí k pokožce. Dokáží udržet tělo při konstantní teplotě za měnících se klimatických podmínek i různých stupních fyzické zátěže. Jsou označovány také jako funkční nebo inteligentní. V posledních letech se těší velkému zájmu uživatelů, a to nejen aktivních sportovců nebo pracovníků z oborů, kde jsou funkční oděvy nutností. Vyhledává je stále více lidí, kteří chtějí vlastnit praktický a pohodlný oděv pro všestranné využití. Nabídka funkčních oděvů je pestrá a zákazník si může vybírat ze široké škály výrobků. K čemu by ale byl funkční oděv 100% paropropustný a nepromokavý, kdyby se v něm uživatel cítil jako „v pytli“ a za krátkou chvíli by se mu zničil. Nákup polopropustných textilií je poměrně drahou záležitostí, a proto by měl být zákazník oceněn očekávanou kvalitou. Výrobci by měli dbát toho, aby spolu šly ruku v ruce funkčnost a vhodné mechanické parametry.

V souvislosti s polopropustnými textiliemi jsou spojovány nejčastěji pojmy jako paropropustnost, prodyšnost, nepromokavost, větruvzdornost apod. Jde o charakteristiky termofyziologického komfortu. K určení komplexního komfortu je ale třeba znát i to, jak se textilie deformuje a reaguje na vnější mechanické síly. Tyto informace jsou však v praxi často opomíjeny, výrobci i spotřebitelé jim nepřikládají dostatečnou váhu. Přesto právě mechanické vlastnosti výrazně ovlivňují pohodlí, estetický vzhled oděvu a v neposlední řadě i jeho životnost.

Proto je cílem práce změřit tyto často zanedbávané vlastnosti, vyhodnotit je a zjistit jejich vzájemné závislosti. Dalším krokem je zjistit nakolik jsou výsledky ovlivněny strukturou vzorků. Nepředpokládá se, že by výsledky mohly zaručit celkový obraz o předložených vzorcích. Pouze ve spojení s dalšími výsledky, které o totožných vzorcích poskytne bakalářská práce (Průdková, M.: Paropropustnost polopropustných textilií. 2008) je možné zhodnotit celkovou kvalitu předložených vzorků. Avšak zjištění mechanických vlastností je velkým přínosem rozšiřujícím obraz o polopropustných textiliích.

Práce je doplněna marketingovým výzkumem, který mapuje vnímání polopropustných textilií uživateli.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Komfort

Komfort je považován za stav, kdy jsou funkce organismu optimální. Tělo se nemusí vyrovnávat s žádnými nepříjemnými okolními vlivy a celkový subjektivní pocit člověka je příjemný. Necítí žádné negativní vlivy jako teplo, chlad, nepohodlí. Komfort se dělí na psychologický, sensorický, termofyziologický a patologický.

Psychologický komfort je podmíněn klimatem, ve kterém uživatel žije, životními a kulturními podmínkami. Záleží také na sociálním postavení a tradicích, kterých se lidé v dané oblasti drží. Řadí se sem i vnímání módnosti.

Sensorický komfort je pro tuto práci stěžejní a je popsán dále.

Termofyziologický komfort je stav tzv. tepelné pohody, kdy lidský organismus nemusí nijak regulovat teplotu. Člověk se pak ani nepotí, ani necítí pocit chladu. Termofyziologický komfort je definován při optimálních podmínkách, kam patří stanovené hodnoty pro teplotu pokožky a absence vody na pokožce, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a obsah CO₂.

Patologický komfort znamená působení chemických složek oděvního materiálu nebo působení mikroorganismů, které se vyskytují na pokožce. Tento typ komfortu závisí na odolnosti uživatele, především pak odolnosti jeho pokožky. Ta může být drážděna mechanicky nebo chemickými složkami, anebo je oslabena díky špatné imunitě a přehnaně reaguje na alergen. [1]

1.1 Sensorický komfort

Sensorický komfort je založen na vjemech a pocitech člověka. Nositelem signálu je pokožka, která dochází do styku s oděvem. Jsou v ní umístěny receptory pro vnímání tlaku, tepla a chladu. Subjektivní veličinou pro posouzení vnějších vjemů dotykem je nazýván omak, který nelze snadno interpretovat. Omak lze pro zjednodušení charakterizovat hladkostí, tuhostí, objemností a tepelně-kontaktním vjemem.

Kromě omaku je do sensorického komfortu zahrnut také komfort nošení oděvů. Pocit nositele je ovlivněn povrchovou strukturou výrobku, mechanickými vlastnostmi a schopností transportu plynné či kapalné vlhkosti.

Komfort ovlivňují také síly; statické vyvolané vahou a tlakem oděvu, dále pak deformační a třecí síly. Při dalším pohybu se navíc projevují dynamické síly. V neposlední řadě závisí také na ergonomii, tzn. vhodném spojení technologických požadavků a potřeb lidského těla. Tyto všechny složky se společně podílí na stupni komfortu, jak jej uživatel vnímá. [1]

Pro objektivní hodnocení sensorického komfortu existuje vztah

$$TK_H = \alpha_1 i_{mt} + \alpha_2 i_k + \alpha_3 i_B + \alpha_4 i_o + \alpha_5 n_k + \alpha_6 s + \beta \quad (1)$$

| | | |
|-------------|------------------------------|----------------------------|
| <u>Kde:</u> | $\alpha_1 - \alpha_6, \beta$ | konstanty |
| | i_{mt} | index prostupu vodních par |
| | i_o | povrchový index |
| | n_k | počet dotykových bodů |
| | i_k | index lepivosti |
| | i_B | index snášivosti |
| | s | úhel ohybu |

2. Polopropustné textilie

Polopropustné textilie (často označované jako funkční) mají schopnost odvádět od těla vlhkost ve formě vodní páry a současně zabraňují průchodu vlhkosti z okolního prostředí. Navíc odolávají působení větru, a tím snižují tepelné ztráty organismu. Za hlavní přednosti lze tedy označit:

- Prodyšnost – Nositel je chráněn před působením větru, tělo je udržováno v teple. Díky složité struktuře textilie s chaoticky uspořádanými póry je zabráněno pronikání větru pod oděv.
- Propustnost vodních par – Transport vlhka od těla je zajištěn póry membrány, které jsou mnohokrát větší než molekula vodní páry. Funkce je podmíněna dostatečným rozdílem parciálních tlaků na pokožce a tlaků v okolním prostředí. Stejně tak je odvod páry možný pouze pokud je okolní vzduch oproti vzduchu u pokožky dostatečně suchý. V neposlední řadě záleží i na sorpčních a transportních vlastnostech oděvních materiálů.
- Nepromokavost – Textilie zadržuje vodu a vrstvy pod ní zůstávají suché. Je zajištěna nepropustným filmem nebo sloučeninou odpuzující vodu,

tzv. hydrofobní úpravou. Úroveň nepromokavosti se hodnotí tlakem vodního sloupce na ploše 1dm^2 . Za nepromokavé se považují materiály, které odolají tlaku sloupce vody nad 2000 mm, což je 20 kPa. [2]

2.1 Rozdělení polopropustných textilií

Dle [1] lze polopropustné textilie rozdělit do tří základních skupin:

- Tkaniny s hustou dostavou – Tkaniny se vyrábí z mikrovlákn, jsou splývavé a vysoce ohebné. Odolají běžnému dešti, ale při vyšším tlaku na textilií (např. při nošení batohu na zádech) vodu propustí.
- Povrstvené textilie - Vrchová textilie může být opatřena mikroporézní vrstvou (zátěrem), hydrofilní vrstvou nebo ošetřena koagulační technikou za mokra nebo za sucha.
- Laminované textilie, membránové - sem se řadí mikroporézní, hydrofobní membrány typu GORE-TEX a membrány neporézní, hydrofilní pracující na principu difúze.

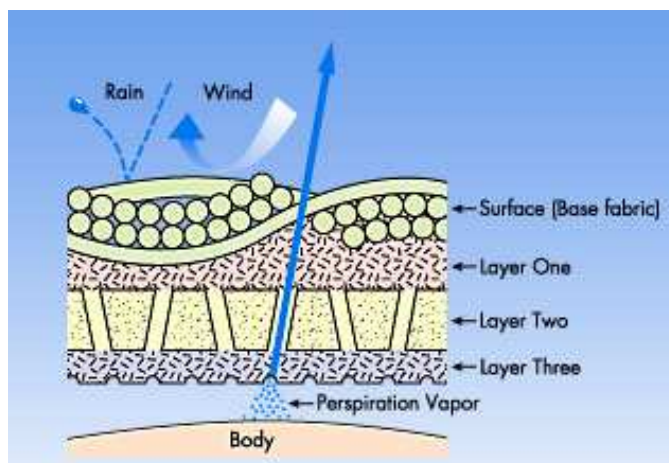
2.1.1 Povrstvené textilie (zátěry)

Jsou opatřeny speciální zátěrem, který plní funkci vodoodpudivé vrstvy. Textilie se stává těžší a hrubší na dotek.

Nevýhodami povrstvených textilií jsou oproti membránovým textiliím vyšší hmotnost, prodyšnost klesající z vyšší voděodolnosti a nižší mechanická odolnost. Některé zátěry jsou také citlivé na vyšší teploty, jejichž vlivem se mohou oddělit od vrchní vrstvy. Na druhou stranu mezi výhody zátěrových materiálů lze zařadit nižší cenu, rychlejší odvod vlhkosti z povrchu a větší elasticitu. Přesto mohou povrstvené textilie znamenat levnější a přesto komfortní variantu. [2]

Mikroporézní zátěry

Na povrstvení se nejčastěji používá polyuretan ve formě pěny nebo zátěr na bázi teflonu. Polyuretan je chemicky zpracován a nanesen na textilií. Má mikroporézní strukturu, je prodyšný a odolný vůči vodě. Poměr těchto charakteristik však závisí na tloušťce zátěru. Slabý zátěr poskytuje vysoce prodyšnou, avšak proti vodě málo odolnou textilií. Naopak silný zátěr sníží prodyšnost a zvýší odolnost proti vodě. [3]



Obr.1 Mikroporézní zátěr Toray Entrant GII

Hydrofobní povrstvení

Vrstva snižující snášivost textilie může být prodyšná nebo neprodyšná. V prvním případě je prodyšnost zachována díky hydrofobní vrstvě nanesené přímo na jednotlivých vláknech. Vzniklý „odperlovací“ efekt způsobuje sklouzávání kapek vody. Takto upravené textile jsou vhodné na sportovní oděvy a pro úpravu svrchní textilie u membránových laminátů.

Neprodyšné jsou kompaktní filmy, které způsobí zneprístupnění pórů. Užívají se pryskyřice, které vytváří pevný, pružný film s dostatečnou adhezí. Neprodyšná textilie však není příliš vhodná pro oděvní účely. [3]

2.1.2 Membránové textile (lamináty)

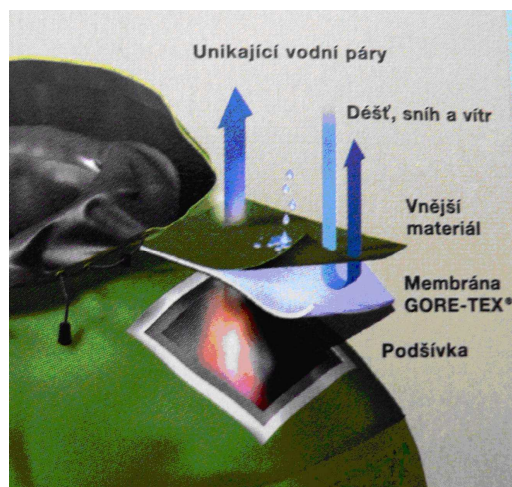
Lamináty jsou složeny z vrchové textilie, membrány, případně ještě podšívky. Svrchní textilie bývá často impregnována proti smáčení.

Membrána je fólie, která se laminuje na vrchový materiál pomocí pojiva za působení tepla a tlaku. Hlavními předpoklady membrán jsou paropropustnost, odolnost proti působení větru, deště a tlaku vody. Dalšími přednostmi jsou pak odolnost vůči mechanickému poškození a nízká hmotnost.

Mikroporézní membrány (hydrofobní)

Mikroporézní membrány mají na svém povrchu přes 1,4 miliardy mikroskopických pórů na 1 čtverečním centimetru. Póry jsou mnohokrát menší než kapka vody a zároveň větší než molekula vodní páry. Voda v kapalném skupenství tedy nemůže membránou proniknout, zatímco vodní pára (voda v plynném skupenství) jí

projde snadno (Obr.2). Navíc chaotické uspořádání pórů a jejich lomené dráhy zajišťují materiálu větruvzdornost. Nevýhodou mikroporézních membrán je, že se nechovají jako textilie, ale jako folie. [3]



Obr.2 Princip mikroporézní membrány

Membrána je buď vložena mezi ostatní textilní vrstvy nebo je nelaminována. Membrány samy o sobě jsou málo pevné, proto textilie, mezi které jsou membrány vkládány jsou vysoce odolné a prodyšné. Nejčastěji jsou to tkaniny z polyesteru nebo polyamidu. Polyester je měkký, ale má nižší odolnost v oděru. Naproti tomu materiály z polyamidu jsou lehčí a mají vyšší odolnost v mechanickém namáhání.

Nepromokavé a prodyšné membránové textilie začala už v roce 1978 vyrábět společnost Gore (W. L. Gore & Associates, GmbH.). Odborníci v této firmě jako první začali zkoumat možné uplatnění PTFE (polytetrafluorethylen) v textilní výrobě. Jde o látku netečnou, s nízkým koeficientem tření, roztažnou a přitom pevnou a porézní. PTFE je látka funkční v širokém teplotním rozmezí, odolná vůči povětrnostním podmínkám, prodyšná a nesmáčivá. Do struktury ePTFE (expandovaný PTFE) je začleněná oleofóbní látka (látka odpuzující olej). Ta umožňuje průchod vodní páry, ale zároveň vytváří přirozenou bariéru, která brání průniku znečišťujících látek, např. olejů, kosmetických přípravků nebo repelentů. [4]

Firma Gore vyrábí v současnosti oděvy s membránami GORE-TEX® ve 4 řadách:

- GORE-TEX® Performance Shell - třívrstvý laminát pro náročné použití nebo dvouvrstvý pohodlný a poddajný laminát.
- GORE-TEX® Paclite Shell - třívrstvý laminát. Textilie je velmi lehká, skladná a vysoce prodyšná. Nevýhodou je, že má nižší životnost, protože membrána není od těla chráněna polyuretanovým zátěrem a proto dochází k zanášení pórů potem a nečistotami z pokožky nebo oděvů.
- GORE-TEX® Soft Shell - třívrstvý laminát určený do chladného počasí. Díky speciální konstrukci není třeba pro tepelnou izolaci využít více vrstev oděvů. Výrobky řady Gore-tex Soft Shell jsou větruvzdorné, mají vysokou míru vodoodpudivosti, jsou elastické a vynikají vysokou mechanickou odolností.
- GORE-TEX® Pro Shell - třívrstvý laminát. Oděvy jsou extrémně odolné a prodyšné pro profesionální využití.

Mezi nejnovější inovace pak patří:

- Airvantage® - tepelně-izolační technologie na principu regulovatelných vzruchových kanálků.
- Extreme Wet Weather - konstruovaný pro vytrvalý a vydatný déšť
- GORE™Komfort Mapping® - inteligentní rozmístění materiálů dle potřeb částí těla. Kombinace laminátů se speciálně podlepenými švy. [4]

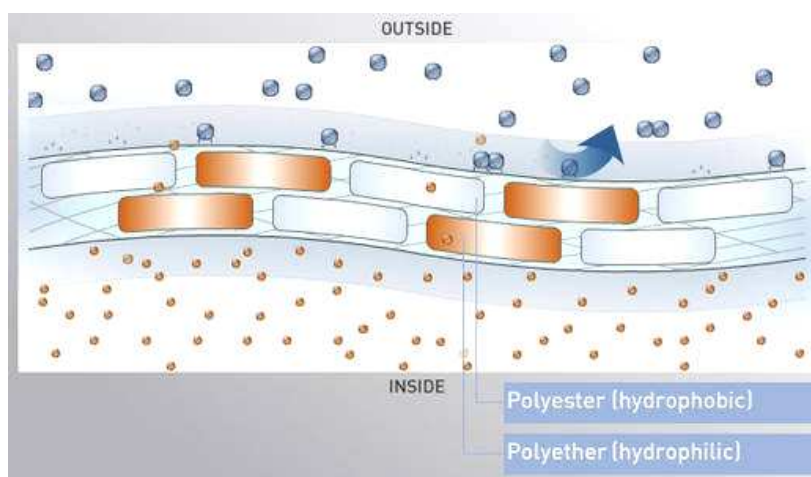


Obr.3 Logo výrobků GORE-TEX®

Neporézní membrány (hydrofilní)

Neporézní membrána je složena s hydrofilních (polyether) a hydrofobních (polyester) zón (Obr.4). Přenos vlhkosti je zajištěn rozdílnými teplotami a vlhkostmi na obou stranách textile. Pára je od těla odváděna do membrány kondenzací tepla, odtud se dále se vypařuje z oděvu do okolí. Membrána tedy na jedné straně vlhkost absorbuje, na straně druhé ji odpařuje. Výhodou je hladký povrch, který zabraňuje ucpávání pórů. Navíc se taková membrána chová jako textilie a ne jako folie, přizpůsobí se snadno nosné textilií a umožňuje snížit tloušťku výsledné textilie. Hydrofilní membrány jsou dokonalé windstopery. Za nevýhody jde považovat vyšší cenu a nebezpečí poškození nechráněné membrány u dvouvrstvé varianty. [5]

Neporézní membrány jsou vyráběny např. pod názvy Gelantos nebo Sympatex.



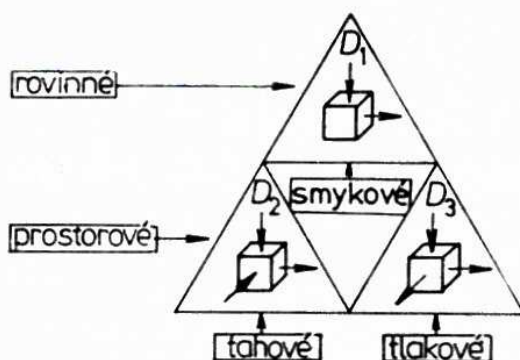
Obr.4 Schéma funkce neporézních membrán

3. Mechanické vlastnosti a způsoby jejich zjišťování

Během výrobního procesu a především během nošení jsou materiály vystavovány různým silám. Mohou to být síly statické (např. váha), třecí (mezi součástmi oděvu) a mechanické (např. ohýbání). Tyto síly vyvolávají deformace.[1]

3.1 Deformace

Působením vnějších mechanických sil se může měnit tvar tělesa, dochází k deformaci. Mírou silového mechanického působení jsou napětí. Napětí může působit kolmo k ploše (normálové), pak se značí σ , nebo působí tečně k ploše (tečné) a značí se τ . Jak je znázorněno na obrázku (Obr.5), napětí může být vyvoláno silami tahovými, smykovými a tlakovými, kdy tlak přechází působením ohybového momentu v ohybu. [6]



Obr.5 Schéma tří hlavních deformací

Podle chování tělesa po odlehčení působících sil se deformace rozlišují na:

- Pružnou (elastickou) – těleso se navrácí do původního stavu. Platí pro pružná tělesa.
- Nepružnou (plastickou) – těleso se nevrátí do původního stavu. Platí pro plastická tělesa.

Pružná deformace je spjata s vysouváním molekul z rovnovážných poloh. Nedochozí však ke vzniku nových vazeb, takže po zrušení působících sil se atomy vrací do svých původních poloh. Deformace je dočasná po dobu působení síly. Pro tento typ deformace platí, za předpokladu malých sil a malých deformací, Hookův zákon. Říká, že „Velikost deformace je přímo úměrná působícímu napětí“. Znění tohoto zákona však

u textilních struktur nelze plně použít. A to z důvodu obtížné definice plochy průřezu, který je u vláken, přízí, nití či plošných textilií proměnný.[7]

3.2 Zjišťované mechanické vlastnosti

3.2.1 Ohybová tuhost

Ohybová tuhost je důležitým parametrem ovlivňujícím oděvní komfort. Nejčastěji a nejvýrazněji ohýbanými jsou části v oblasti loktů a kolen. Některé oděvy vyžadují nízkou tuhost v ohybu. Jsou splývavé a kopírují kontury těla. Naopak oděvy, které mají dosahovat dobrého vzezření, vykazují vysokou ohybovou tuhost. Je tedy třeba vyšší působící síly pro jejich deformaci. [1]

Teoreticky lze tuhost v ohybu vypočítat z tahové pracovní křivky pomocí vztahů:

$$T_{Bteor} = E \times I \quad (2)$$

$$I = \frac{B \times h^3}{12} \quad (3)$$

| | | |
|-------------|-------------|---------------------------|
| <u>Kde:</u> | T_{Bteor} | teoretická tuhost v ohybu |
| | E | počáteční modul pružnosti |
| | I | moment setrvačnosti |
| | B | ohybová tuhost |
| | h | tloušťka materiálu |

Tyto vztahy však platí pro homogenní materiály, kterými textilie nejsou. Proto se teoretické hodnoty ohybové tuhosti řádově liší od hodnot získaných na určených měřících přístrojích. [7]

Z rovnice také vyplývá, že při zdvojnásobení tloušťky h vzroste vícenásobně ohybová tuhost. Tuhost spojovaných textilií je proto výrazně vyšší než u textilií nespojených. [1] Kromě tloušťky závisí také na struktuře textilie a použité úpravě (např. naškrobení).

Zjišťování hodnot ohybové tuhosti je často při výrobě oděvů opomíjeno, přestože jde o charakteristiku významnou, nejen proto, že blízce souvisí i se splývavostí.

Ohyb je možné měřit na různých měřících přístrojích. Některé zde zmíněné metody, uvedené ve skriptu [7] jsou statické – podávají informaci o okamžité tuhosti plošné textilie.

- Metoda podle Sommera (Flexometr) - Proužek textilie upevněný jedním koncem do čelisti o určité plošné hmotnosti ρ_s a délce l se ohýbá vlastní vahou. Zaznamenává se také úhel Θ , který svírá proužek textilie oproti původním horizontálnímu směru. Ze zjištěných hodnot se počítá ohybová délka.
- Cantilever Test - Proužek textilie se vysouvá pod daným úhlem dokud se okraj proužku nedotkne spodní nakloněné roviny. Odečítá se délka proužku a následně se vypočítá ohybová délka.
- Přístroj TH5 - Zjišťuje se síla odporu textilie proti ohybu resp. síla, kterou proužek textilie působí na měřící prvek. Síla je měřena při různých úhlech ohybu.

3.2.2 Smyková tuhost

Prostý smyk (nebo také střih) je namáhání tělesa, při kterém dochází k posouvání jednotlivých vrstev materiálu. V případě textilií dochází tedy k posunu vazebních bodů po sobě. Působením smykového napětí τ se textilie deformuje především zkosením (změnou úhlu mezi nitěmi). Smyková tuhost je potom měrnou jednotkou lehkosti, se kterou se po sobě nitě v místě deformace sklouznou. Je směrodatné rozmístění a zkadeření nití ve struktuře.

Smykovou tuhost lze definovat na čtverci deformovaném do tvaru kosočtverce. Při působení tahové síly čtverec změní svůj tvar. Dojde ke zmenšení pravého úhlu ve směru hrany čtverce o smykový úhel γ , přičemž délka stran čtverce zůstane stejná. Tento stav definuje zjednodušený vztah (4) vycházející z Hookova zákona:[8]

$$\tau = G \times \gamma \quad (4)$$

| | | |
|-------------|----------|---------------------------------|
| <u>Kde:</u> | τ | smyk |
| | G | smyková tuhost (modul ve smyku) |
| | γ | smykový úhel |

Tento vztah můžeme použít v případě, že známe hodnoty počátečního modulu pružnosti E^1 a Poissonův poměr příčné kontrakce μ^2 . [8]

3.2.3 Tah

Působením tahové síly se pružný materiál deformuje, dochází k protažení. Absolutní deformace se vyjadřuje v naměřených jednotkách (mm), relativní deformace pak v %. Relativní deformace do přetrhu ε je nazývána tažnost materiálu.

Elastickou deformaci popisuje Hookův zákon vztahem (5):

$$\sigma = E \times \varepsilon \quad (5)$$

| | | |
|-------------|---------------|---|
| <u>Kde:</u> | σ | napětí |
| | E | modul v tahu (v mechanice tzv. Youngův modul ²) |
| | ε | deformace, tažnost |

Pevnost plošné textilie v tahu se nejčastěji zjišťuje pomocí dynamometru – přístroji pro definované namáhání vzorků a registraci síly a deformace, tzv. trhače. Zkouší se vzorky ve dvou na sobě kolmých směrech. Jsou upnuty mezi dvěma čelistmi a při natahování vzorku se zároveň zakresluje pracovní, tzv. tahová křivka. Zaznamenává práci, která musela být vynaložená na napětí ve vzorku. Při natahování vzorku dochází k jeho deformaci, buď vratné (elastické) nebo nevratné (plastické). Jeho nevýhodou však je, že umožňuje pouze destruktivní zkoušku. [7]

3.2.4 Splývavost

Splývavost je deformace textilie v prostoru vlivem zemské tíže. Dochází k tvorbě záhybů a různých řasení. Stupeň splývavosti závisí na plošné hmotnosti textilie, jejich mechanických a geometrických vlastnostech na vlastnostech vláken, ze kterých je

¹ Nebo také Youngův modul, je důležitá materiálová konstanta, která vyjadřuje závislost mezi napětím a prodloužením. [8]

² Je poměrem mezi prodloužením materiálu v jednom směru ku zkrácení ve směru druhém. U materiálů se spojitou strukturou je běžně relativní protažení větší než příčná kontrakce (beton $\mu \approx 0$). U textilií může však být příčná kontrakce i podstatně větší, nežli protažení v zatíženém směru (jednotlivá hladká pletenina namáhaná ve směru řádků $\mu = 0,75$). [9]

textilie zhotovena. V praxi splývavost ovlivňuje estetický vzhled výsledného oděvu (případně jiné plošné textilie, např. bytové) a má vliv také na pohodlí při nošení. [10]

Při splývání dochází především k ohýbání, ale také k namáhání ve smyku. Z toho vyplývá, že existuje vzájemná souvislost mezi ohybovou tuhostí, smykovou tuhostí a splývavostí. Během splývání dochází i k deformaci v tahu a tlaku. Ty jsou ovšem zanedbávány. [11]

Většina metod pro měření splývavosti se provádí při zavěšení v prostoru. Často používaná je metoda zjištění koeficientu splývavosti na kruhovém vzorku. Součinitel splývavosti je stanoven ze změny plochy kruhového vzorku upnutého v kruhové čelisti. Volné okraje splývají, změní se tím plocha vzorku. Tato se promítne do roviny kruhové čelisti a je porovnána s plochou původního vzorku. Čím menší je součinitel splývavosti, tím větší je splývavost. Tento princip měření je využit u dalších používaných metod. [7]

Především ve výzkumných ústavech se ke zjištění splývavosti užívá Cuisikova přístroje, ovšem pro rychlejší a snadnější měření se hledají nové metody i na úkor toho, že budou méně přesné. V poslední době se využívají metody, které vychází z nových poznatků o chování textilií. Jednou takovou rychlou a nedestruktivní metodou je měření splývavosti ohybem přes ostrý roh. Zjišťuje se splývavý úhel, který souvisí do jisté míry pouze se strukturou a složením textilu, protože nezávisí na délce splývavé hrany. Splývavou hranu po přiložení na roh téměř nevytvoří velmi tuhé materiály jako např. papír. Avšak po přiložení na hranu k určitému ohybu dojde a chováním se tak tuhé materiály přibližují textiliím. Z tohoto lze usuzovat, že naměřený splývavý úhel může charakterizovat splývavost materiálu. [1]

Závislost mezi sinu úhlu DA a výše zmíněnými charakteristikami spolu s plošnou hmotností je vyjádřena vztahem (6):

$$DA = C_0 - C_1 \left(\frac{B}{W} \right)^{0,33} - C_2 \left(\frac{G}{W} \right)^{0,33} \quad (6)$$

| | | |
|-------------|---|-----------------|
| <u>Kde:</u> | C | koeficienty |
| | B | ohybová tuhost |
| | G | smyková tuhost |
| | W | plošná hmotnost |

3.2.5 Odolnost plošné textilie v oděru

Textilie jsou během výrobního procesu, ale především během nošení, vystavovány různým vnějším vlivům, které mohou měnit jejich vlastnosti, vzhled nebo je mohou dokonce zničit. K oděru dochází při styku dvou textilií (odírání při běžném nošení, oblékání, vysvlékání) nebo ke styku textilie s jiným povrchem (lidská kůže, módní doplňky, židle). [12]

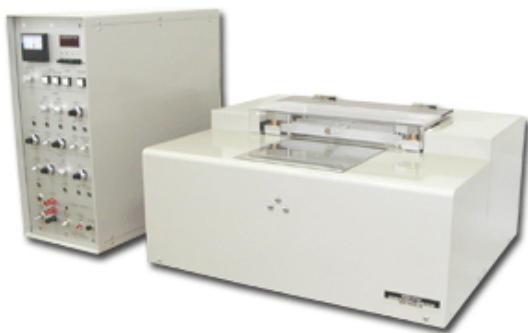
Prováděné zkoušky mají za úkol toto skutečné opotřebení napodobit. Pak se vybírá nejvhodnější typ zkoušky, a to buď odírání v ploše nebo hraně, v náhodném směru nebo v přeložení. Zkoušky jsou založeny na odírání textilie o brusný povrch nebo jinou plošnou textilií. Mezi materiály dochází ke vzájemnému relativnímu rotačnímu pohybu. Zjišťuje se buď počet otáček, během kterých dojde k narušení prvního vazného bodu, nebo se vzorek odírá při konstantním počtu otáček a ukazatelem odolnosti v oděru je pak úbytek plošné hmotnosti. [7]

3.3 Zvolené měřicí přístroje a metody

3.3.1 Systém KES

Pro měření tahových, ohybových a smykových charakteristik byl zvolen „Kawabata Evaluation Systém“ dodávaný firmou Kato. Je určený k objektivnímu měření a predikci omaku. Umožňuje objektivně odhadnout celkové pocity lidí při jejich přímém kontaktu s textilií. Systém je tvořen 4 přístroji, které zjišťují 15 charakteristik rozdělených do 5 skupin – tahové, smykové, ohybové, objemové a povrchové. Šestnáctou charakteristikou je plošná hmotnost. Měření spočívá ve vyhodnocení mechanických veličin při deformaci na modulech KESu zpracovaných na počítači a korelovaných s hodnotami omaku subjektivními metodami užitím lineární regrese. [13]

Podmínkou pro vyhodnocení celkového omaku je naměření všech zmíněných hodnot. Počítačový program na jejich základě vypracuje tzv. snake diagram, který znázorňuje přehledně rozmezí všech naměřených veličin pro zkoušený vzorek. [14] Pro potřeby této práce však není posuzován celkový omaku a proto jsou využity pouze přístroje KES-FB1 a KES-FB2, které zjišťují hledané charakteristiky.



Obr.6 Měřicí zařízení KES-FB1 a jeho pracovní část



Obr.7 Měřicí zařízení KES-FB2 a jeho pracovní část

3.3.2 Ohyb přes ostrý roh

Pro zjištění splývavosti je zvolena metoda zjišťování splývavosti ohybem přes ostrý roh. Vzorky o rozměrech 20×20 cm jsou přeměřovány přes ostrý roh (90°) horizontálního měřicího stolu (Obr.8). Je měřen odklon hrany, která se ohýbá přes ostrý roh. Hledanou veličinou je \sin úhlu φ , který vznikne mezi splývavou hranou a horizontální rovinou. Pro měření postačilo speciální pravítko.[15]



Obr.8 Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

3.3.3 Komorový vrtulkový odírač

K měření je zvolen vrtulkový oděrač Accelerotor. Vzorek se zpevněnými okraji o daných rozměrech, které se určí podle plošné hmotnosti, je odírán v komoře opatřené brusným povrchem. Textilie je unášena v komoře vrtulkami a tak odírán v náhodném směru i místě. Po určité době se zjišťuje úbytek hmotnosti vzorku oproti původnímu stavu. [7]



Obr.9 Vrtulkový oděrač Accelerotor se vzorkem

3.3.4 Přístroj Martindale

Pro věrohodnější simulaci skutečného oděru při nošení slouží přístroj Martindale. Oděr není příliš agresivní a působí pouze na lícni stranu textilie, která bývá obecně namáhána více. Čelist nesoucí zkoušenou textilií se pohybuje do všech stran (Obr.10). Je stanoven počet otáček, po který se vzorek odírá o normovanou vlnařskou tkaninu. Vyhodnocuje se úbytek hmotnosti vzorku po měření. [16]



Obr.10 Pracovní místo přístroje Nu-Martindale 864

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

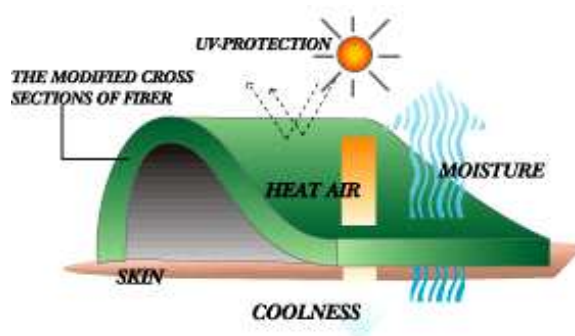
4. Měření

Měřeno je 10 vzorků, z toho 3 pleteniny a 7 tkanin. Níže uvedené popisy (Tab.1) byly ke vzorkům dodány, plošná hmotnost je součástí měření v rozsahu práce. Vzorník s ukázkami materiálů se nachází v příloze. U každého vzorku jsou zjištěny určené vlastnosti, jejichž měření je popsáno v této kapitole.

4.1 Vzorky

Vzorky 01, 02 a 03 jsou vyrobeny firmou SINGTEX. Jde o velmi jemné a hustě dostavené pleteniny vyrobené z mikrovlákn. Není u nich použita membrána nebo speciální zátěr. Vzorky 01 a 03 patří do výrobní řady s názvem SINGSOFT® FINE TECH. Tyto výrobky vynikají vysokou jemností a lehkostí, pohodlím při pohybu. Přitom jde o materiály vysoce odolné v oděru a dobře odvádějící vlhkost od těla.

Vzorek 02 je zařazen do výrobní řady SINGCARE ICE-COOL. Materiály velmi rychle schnou, chrání nositele proti UV záření a díky speciální částicím pohlcují tělesné teplo a velmi rychle je odvádí. Tyto textilie dokáží redukovat teplotu o 1- 2 °C, čímž uspoří 3-5% tělesné energie (Obr.11). [17]



Obr.11 Textilie z výrobní řady SINGCARE ICE-COOL

Ostatní vzorky jsou tkaniny, jejichž funkčních vlastností je docíleno použitím speciálních vrstev jako PTFE (teflonová úprava) nebo polyuretanové úpravy. Vzorky 04 a 05 jsou velmi lehké a skladné tkaniny, známé pod obchodním názvem GORE-TEX® Paclite Shell. Charakteristiky dalších tkanin jsou uvedeny bez konkrétních obchodních označení nebo označení výrobcem.

Tab.1 Popis vzorků

| Číslo vzorku | Popis | Popis vzorku | Plošná hmotnost [g/m ²] |
|--------------|-------------------|--|-------------------------------------|
| 01 | Black (SSK-1541) | 100% polyester mikrovlákna (funkčnost zajištěna konstrukcí), vysoká hustota úpletu | 182,55 |
| 02 | White (SSK-3103B) | 66% polyester 34% nylon pletanina, dvojnásobná hustota oček, chladivý omak | 182,53 |
| 03 | Yellow (SSB-2122) | polyester hustá, pružná a prodyšná pletanina, polyuretanová úprava na rubní straně | 113,33 |
| 04 | GP1 | Gore-tex Paclite, tkanina | 102,40 |
| 05 | GP2 | Gore-tex Paclite, nylon tkanina | 82,05 |
| 06 | ePTFE(H1) | 100% polyester tkanina opatřená PTFE filmem | 142,5 |
| 07 | ePTFE(H2) | 100% polyester tkanina opatřená PTFE filmem | 149,40 |
| 08 | ePTFE(H3) | Tkanina opatřená PTFE filmem | 120,98 |
| 09 | ePTFE(M1) | 100% polyester tkanina opatřená PTFE filmem | 170,30 |
| 10 | ePTFE(M2) | Polyester tkanina, zajištěna proti párání, prodyšná vrstva PTFE, na rubu trikotová vazba a PTFE film | 191,60 |

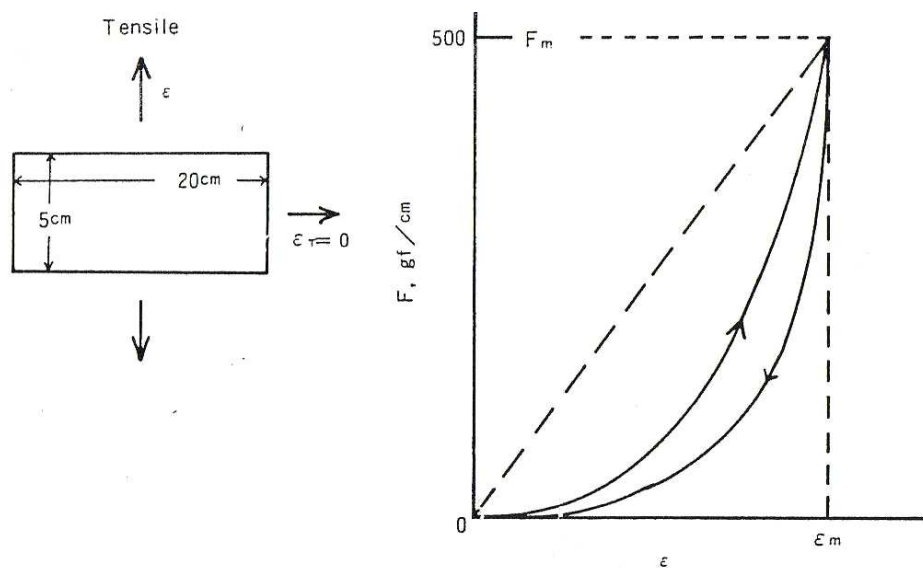
4.2 Systém KES

4.2.1 Podstata zkoušky

Pro zkoušku jsou připraveny vzorky o rozměrech 20×20 cm. Na lícní straně je vzorek pro přehlednost měření číselně označen a je znázorněn směr osnovy (příp. sloupku). Měření smykové tuhosti a tahu se provádí na přístroji KES-FB1, ohybové tuhosti pak na přístroji KES-FB2. Každý vzorek je vložen do čelistí přístroje. Pro každý vzorek jsou provedeny vždy 3 měření ve směru osnovy a 3 ve směru útku. Měří se při uložení vzorku lícem nahoru. Průběh zkoušek je řízen programem, celý průběh je zaznamenáván počítačem a konečné výsledky jsou zaneseny do tabulek a grafů (Přílohy II a III). Pro potřeby této práce se celkový omak nevyhodnocuje.

Tahové charakteristiky

Vychází se ze závislosti mezi relativním zatížením F a deformací ε při tahovém namáhání. Při zkoušce se zaznamenává reakce plošné textilie na působení tahové síly. Vzorek je upnut mezi dvě čelisti, z nichž jedna je usazena na posuvné základně. Zadní čelist se pohybuje a namáhá vzorek textilie na tah do meze $F_m = 490 \text{ N/m}$ (jinak také 500 gf/cm). Této hodnotě odpovídá maximální deformace ε_m . Čelist se pohybuje konstantní rychlostí $0,2 \text{ mm/s}$. Průběh měření je řízen počítačem, pro vyhodnocení výsledků slouží speciální software. [14]



Obr.12 Tahové charakteristiky

Zjišťované charakteristiky:

- Linearita křivky zatížení-prodloužení **LT** [-]

$$LT = \frac{WT}{\frac{F_m \times \varepsilon_m}{2}} \quad (7)$$

$$\text{kde vztah } \frac{F_m \varepsilon_m}{2} = WOT \quad (8)$$

Linearita je znázorněna horní rostoucí křivkou a charakterizuje průběh deformace. V ideálním případě se $LT=1$ a tvoří přímku. Linearita je různá podle použitého materiálu. Avšak linearita blízké 1 se velmi často pojí s nižší tažností.

- Tahová energie na jednotku plochy **WT** [Ncm/cm²]

$$WT = \int_0^{\varepsilon_m} F d\varepsilon \quad (9)$$

Deformační práce je znázorněna naznačuje sílu potřebnou pro protažení materiálu do maxima. Následuje odlehčení F' , pro něhož platí deformační práce WT' .

- Elastické zotavení, pružnost **RT** [%]

$$RT = \left(\frac{WT'}{WT} \right) \times 100 \quad (10)$$

Znázorňuje schopnost materiálu zotavit se po odlehčení působící síly. Absolutně pružný materiál má křivku zatížení totožnou s křivkou odlehčení. Neprojeví se žádná deformace.

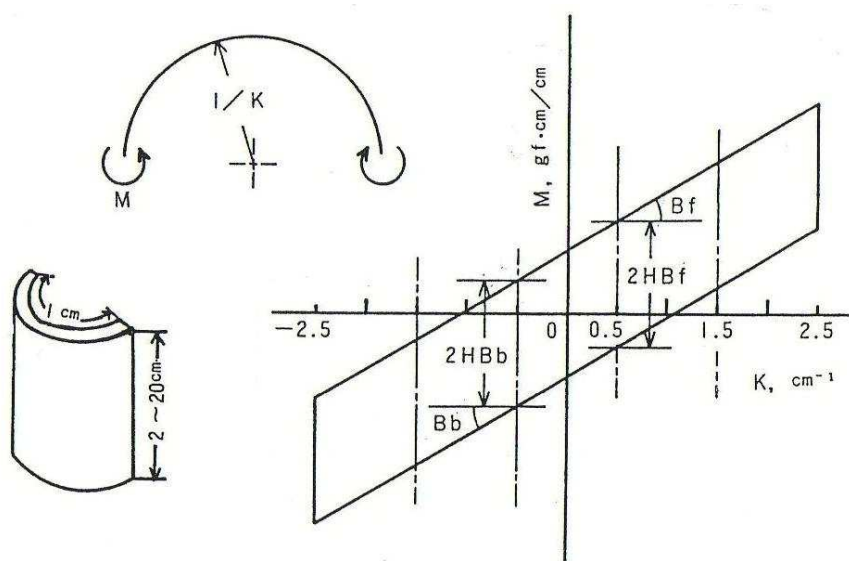
- Protažení **EM**, resp. deformace ε [%]

Legenda:

| | |
|-------------------------|--|
| F | tahová síla, zatížení [N/cm] |
| F' | tahová síla při zotavovacím procesu [N/cm] |
| ε | tahové napětí, deformace [%] |
| F_m a ε_m | hodnoty maxima |
| WOT | ideální deformační práce odpovídající elastickému tělesu |

Ohybové charakteristiky

Vychází se z hysterezní křivky³ závislosti ohybového momentu na křivosti. Během zkoušky se sleduje reakce textílie na působení vnějších ohybových sil. Jeden konec vzorku je upevněn v přední pevné čelisti, druhý konec je držen pohyblivou čelistí. Vzorek je ohýbán prostřednictvím klikového mechanismu, a to až do meze křivosti $K_m = \pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$. Je zjišťována ohybová tuhost lící strany B_f i strany rubní. Tato ohybová tuhost se značí B_b a je nazývána negativním ohybem. Proto je ohybová tuhost B zjišťována ve stanovených mezích na ose x pro B_f od 0,5 do 1,5 a pro B_b meze od -0,5 do -1,5. Průběh měření i vyhodnocení obstarává software. [14]



Obr.13 Ohybové charakteristiky

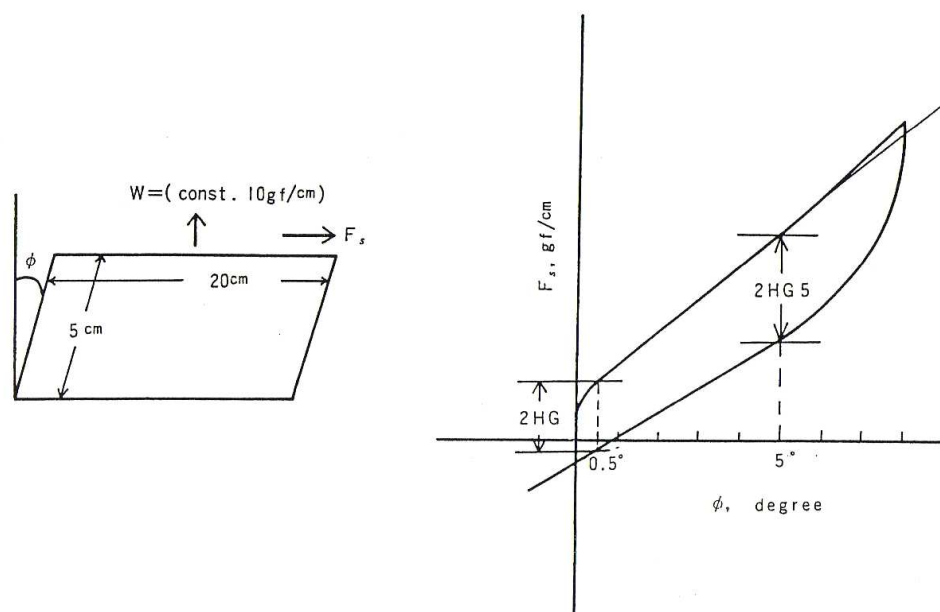
Zjišťované charakteristiky:

- Tuhost v ohybu na jednotku délky $B[\text{Ncm/cm}^2]$
- Moment hysterese na jednotku délky $2HB [\text{Ncm/cm}]$

³ **Hysterezi křivky** vymezují plochu hysterese. Ta udává, nakolik se vzorek dokáže vrátit do původního stavu po odlehčení působící síly. Vysoká hodnota hysterese značí nízkou schopnost materiálu navrátit se po odlehčení do původního stavu.

Smykové charakteristiky

Vychází se z hysterezní křivky závislosti smykové síly na úhlu. Během zkoušky se sleduje reakce textilie na působení smykové síly. Textilie je upnuta mezi dvě čelisti vzdálené 5 cm. Přední čelist je pevná, zadní se pohybuje rovnoběžně s osou bubnu v rozmezí $\pm 8^\circ$. Působení smykové síly snímá čidlo. Měření je sledováno a vyhodnoceno softwarem. [14]



Obr.14 Smykové charakteristiky

Zjišťované charakteristiky:

- Tuhost ve smyku G jako směrnice přímky mezi úhly $\phi=0,5^\circ$ a $\phi=5^\circ$ [N/cm.°]
- Hystereze při úhlu smyku $\phi=0,5^\circ$ 2 HG [Ncm]
- Hystereze při úhlu smyku $\phi=5^\circ$ $2 \text{ HG } 5$ [Ncm]

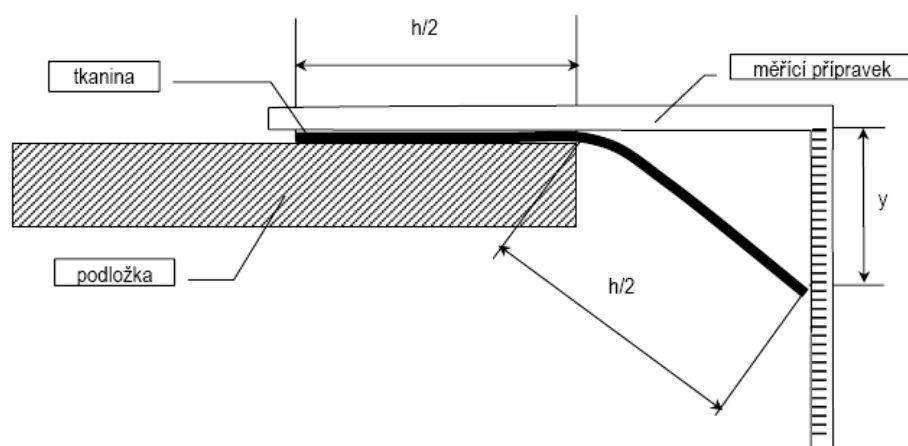
4.2.2 Postup

Samotné měření je odborně provedeno na Katedře oděvnictví v laboratořích KES. Výstupem měření jsou záznamy zkoušek pro tah, smykovou a ohybovou tuhost. Každá tato charakteristika je pro každý vzorek proměřena třikrát, hodnoty pro každý vzorek pak průměrovány. Výsledky jsou zaneseny do tabulky (Příloha II). Pro každou charakteristiku byl vytvořen graf (Příloha III), který porovnává hodnoty u všech vzorků.

4.3 Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

4.3.1 Podstata zkoušky

Hladký vzorek o rozměrech 20×20 cm je položen na plochu (stůl) s ostrými hranami tak, aby se střed vzorku nacházel přímo na rohu. Vzorek musí být uložen tak, aby osnova (případně útek) textilie ležela souběžně s osou rohu stolu. Ke svěšení vzorku přes špičku rohu dochází přibližně v polovině hrany vzorku. Poté se nechá textilie volně splývat, vznikne splývavá hrana (Obr.15). Je třeba zjistit délku odvěsny pro výpočet sinu splývavého úhlu, která je daná vzdáleností ve svislém směru mezi rovinou horní plochy stolu a koncem splývavé hrany. Pomocí pravítka se odečte vzdálenost této hrany od roviny stolu. Protože délka hrany je 100 mm, setina této vzdálenosti přímo znamená sinus splývavého úhlu, který je cílem měření. Měření se provádí se vzorkem položeným lícem nahoru i rubem nahoru. Předpokládá se, že deformace rubu bude menší. Vzorky jsou měřeny ve směru osnovy i ve směru útku.



Obr.15 Schéma měření splývavosti [norma]

4.3.2 Postup

Připravené vzorky jsou postupně pokládány na stůl, nejprve lícem, poté rubem nahoru. Pomocí speciálního pravítka se měří délka splývavé hrany, tím se přímo odečte odvěsna hledaného splývavého úhlu v mm. Zaznamenává se desetina této vzdálenosti. Výsledné číslo, menší než 1, je hledaný splývavý úhel DA.

Pro každý vzorek je provedeno vždy jedno měření ve směru osnovy, jedno ve směru útku při uložení vzorku lícem nahoru a stejně tak při uložení vzorku rubem nahoru. Počet měření je takto omezen proto, že jde o velmi vzácné vzorky, jejich

rozměr nedovoloval použít je pro větší počet měření. Navíc měření splývavosti je pouze s jednou z charakteristik zjišťovaných u daných vzorků. Ty jsou od sebe výrazně odlišné. A to plošnou hmotností, strukturou, ale i ohebností. Proto má toto měření splývavosti především znázornit rozdílné chování jednotlivých zkoušených textilií.

4.4 Odolnost v oděru na komorovém vrtulkovém odírači

4.4.1 Podstata zkoušky

Rozměry pracovního vzorku jsou určeny podle jeho plošné hmotnosti. Vzorek je připraven odstřihem tak, aby úhlopříčky vzorku ležely ve směru osnovy nebo sloupku. Okraje vzorku jsou před vlastní zkouškou zajištěny lepidlem. Před měřením se zjistí hmotnost vzorku. Zkušební vzorek je zpracováván ve volném, neupevněném stavu tak, že uvnitř zkušební komory přístroje je poháněn vrtulkou po kruhové oběžné dráze. Po stanovené době se zjistí hmotnost vzorku a vypočítá se její úbytek (11).

$$x = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (11)$$

Kde: m_0 hmotnost pracovního vzorku před zkouškou [g]
 m_1 hmotnost pracovního vzorku po zkoušce [g]

Zkouška je neplatná, pokud se u některého se vzorků vytřepily okraje nebo pokud byl vzorek vlečen vrtulkami a došlo k jeho výraznému poškození. Počet otáček je určen pro pleteniny 2000 otáček za minutu, pro pojené textilie pak 2500 otáček za minutu. Vzhledem k tomu, že v této práci je měřeno 10 různých vzorků, bylo podle zkušebního oděru zvoleno 2000 otáček/min. Doba zkoušky je stanovena na 2 minuty. [18]

4.4.2 Postup

Pracovní vzorek se vloží volně do zkušební komory opatřené vrtulkou a oděracím obložením. Pro měření oděru je komora vyložená smirkovým papírem číslo 400. Komora se uzavře a přístroj se uvede do chodu na úrovni požadovaných otáček vrtulky. Po dobu zkoušky je třeba udržovat otáčky s přesností ± 100 ot./min. Po stanovené době se vzorek vyjme, odstraní se zbytky vláken a váží se s přesností na 0,001 g a vypočítá se úbytek hmotnosti. Po každém měření je třeba z komory odstranit

zbytek nečistot a pro zkoušení každého nového vzorku je nutné vyměnit oděrací obložení.

Vzhledem k nedostatku zkoušeného materiálu a destruktivnímu průběhu zkoušky je pro každý vzorek provedeno pouze jedno měření odolnosti v oděru.

4.5 Odolnost v oděru na přístroji Martindale

4.5.1 Podstata zkoušky

Kruhový vzorek, upnutý v držáku vystavený stanovenému přítlaku je odírán o oděrací prostředek (normovanou vlnařskou tkaninu) postupným pohybem, který sleduje tzv. Lissajousův obrazec. Vzorky se upevňují do držáků vzorků s podložkou z pěnového materiálu. Držák vzorku je volně otočný kolem své osy, kolmé k ploše vzorku. Pro zatížení při oděru se pro daný typ textilie přítlak rovná 9 kPa. Odolnost plošné textilie v oděru se zjišťuje jako úbytek hmotnosti zkušebního vzorku. Zjišťuje se po každém stanoveném počtu otáček.[19]

4.5.2 Postup

Pro zkoušku oděru se musí nastavit postavení unašečů vodící desky. Před započítáním zkoušky je třeba speciálním kruhovým nožem vyříznout vzorek o průměru $38^{+0,5}$ mm. Před zkouškou se zváží hlavice s upevněným vzorkem s přesností na 1mg, čím se získá počáteční hmotnost m_0 . Získat hmotnost samotného vzorku není výhodné, protože je třeba během zkoušky vzorek několikrát vážit a po vyjmutí už nemusí být vzorek upevněn zpět stejně. S výhodou je proto vážena celá sestava, která o hmotnostní změně vypovídá se stejnou kvalitou. Po každé stanovené sérii otáček se pak vyjme držák se vzorkem, opráší se od uvolněných vláken a zváží se na analytických vahách. Na závěr se zjistí celkový úbytek hmotnosti mezi hmotností původní a hmotností po posledním vážení.

V sestavě zkoušených vzorků, kdy jsou od sebe často výrazně odlišné, je nutné zvolit postup zkoušky. Cílem je porovnat odolnost v oděru u předložených vzorků, proto musí být podmínky měření pro všechny stejné. Podle několika zkušebních vzorků a podle zkušeností obsluhy laboratoře z předchozích zkoušek byl stanoven počet otáček: 1000, 3000 a pak vždy po 2000 do 15000 otáček.

5. Vyhodnocení zkoušek

Nejprve je třeba si uvědomit rozdílnost pletenin a tkanin. Vzorky 01, 02 a 03 jsou pleteniny a během zkoušek se chovají jinak než ostatní vzorky. Struktura, použitý materiál a také absence membrány způsobují, že se snadněji deformují. Proto i následující vyhodnocení k těmto faktům přihlíží.

Aby byl oděv považován za dostatečně komfortní, musí být z pohledu hodnocení mechanických vlastností především dostatečně pružný a ohebný. Jedině tak nabízí uživateli dostatečně volný pohyb. Nelze ale zjednodušeně říct, že ostatní charakteristiky nejsou důležité. Vzájemně se mezi sebou doplňují a jedna vypovídá o druhé. Například velmi tažný materiál musí vykazovat zároveň dobrou zotavovací schopnost. Pokud se totiž nedokáže navrátit po namáhání do původního stavu, oděv vypadá neesteticky, tzv. „vytahaně“. Je nutné také přihlížet na požadavky vymezené účelem použití.

5.1 Tahové charakteristiky

Z pohledu hodnocení komfortu nošení je mezi tahovými charakteristikami nejdůležitější tažnost materiálu. Popisuje, o kolik procent se materiál dokáže působením síly protáhnout. S tažností pak blíže souvisí pružnost nebo také elastické zotavení. To je rozdílem mezi křivkou odlehčovací a křivkou zatěžovací vyjádřeným v procentech. Znamená to, nakolik se dokáže materiál vrátit po odlehčení do původního stavu. Absolutně pružný materiál má hodnoty RT rovny 100%.

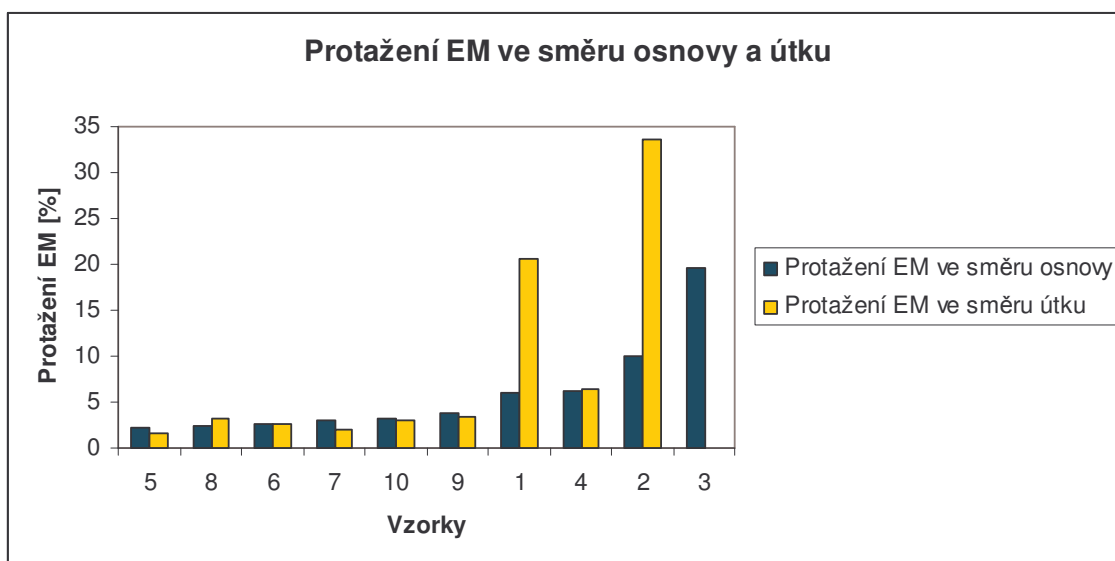
Linearita vykresluje průběh deformace. V ideálním případě se rovná jedné a měřený materiál je minimálně tažný. Pak se předpokládá i nízká deformační práce, kterou musí textilie vykonat od natažení po odlehčení.

Vzorky 01 až 03

Pleteniny jsou obecně tažnější a pružnější než tkaniny, což je znát ve výsledcích. Hodnoty tažnosti jsou výrazně vyšší, především ve směru útku. U vzorku 03 ve směru útku není možné změřit tahové hodnoty z důvodů vysoké tažnosti. Tažnost dosahuje hodnot vyšších než 45%, které přístroj není schopen zaznamenat. Proto by tento vzorek dosahoval nejvyšších hodnot EM.

Vzorky 04 až 10

Hodnoty se pohybují ve výrazně nižších mezích než u pletenin (Obr.16). Mezi tkaninami je za nejtažnější vyhodnocen vzorek 04. Membrána u tohoto vzorku sice omezuje tažnost, avšak výhodou oproti ostatním vzorkům je absence zátěru, který by mohl tažnost ještě více omezit. Tkanina 05 je, stejně jako předchozí, bez přidaného zátěru. Přesto je nejméně tažný díky odlišnému materiálu vrchové textilie a struktuře membrány. Ostatní textilie mají velmi podobné hodnoty tažnosti, převládá vyšší tažnost ve směru osnovy.



Obr.16 Graf protažení EM ve směru osnovy a útku

5.2 Ohybové charakteristiky

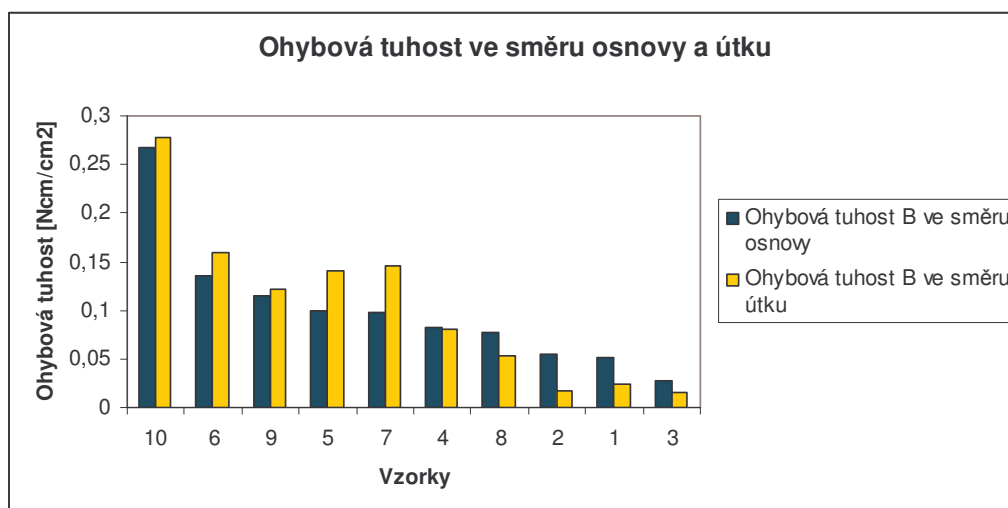
Vysoké hodnoty ohybové tuhosti znamenají větší sílu, která je potřebná k ohybu textilie. Vhodný je materiál ohebný, protože dovoluje volný pohyb. Hystereze popisuje, jakou má materiál zotavovací schopnost po odlehčení ohybové síly. Vysoká hodnota hystereze značí nízkou zotavovací schopnost.

Vzorky 01 až 03

Vzorky jsou velmi dobře ohebné, především ve směru útku (Obr.17). Celkově se dá za nejohybnější označit pleteninu 03. Zároveň nízké hodnoty hystereze vypovídají o dobré schopnosti zotavit se po zatížení.

Vzorky 04 až 10

Velmi dobře ohebná je textilie 08, a to díky struktuře vrchového materiálu i rubové úpravě. Podobně je na tom i vzorek 04. U všech následujících vzorků je ohybová tuhost vyšší a to především ve směru útku. Vzorek 10 má na rubu vloženou pleteninu a právě díky většímu počtu vrstev, které více odolávají ohybovým silám je nejtužší. Také hodnoty hystereze naznačují, že se tato textilie velmi špatně zotavuje po odlehčení.



Obr.17 Graf ohybové tuhosti B ve směru osnovy a útku

5.3 Smykové charakteristiky

Vysoké hodnoty smykové tuhosti znamenají větší sílu, která je potřebná ke smyku materiálu. Pohodlný oděv umožňuje namáhání při různém skosení nití, takže tuhost ve smyku je nízká. Hystereze opět popisuje zotavovací schopnost materiálu. U smyku jsou měřeny hystereze pro dva různé stupně smyku.

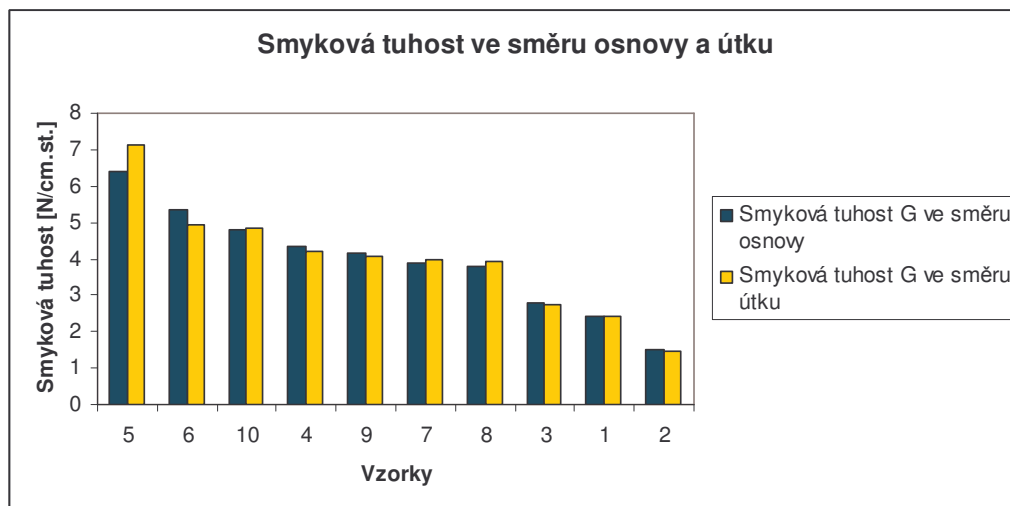
Vzorky 01 až 03

Struktura pletenin, respektive jejich odlišné rozmístění nití oproti tkaninám, způsobuje nízkou tuhost ve smyku. Nejmeně je tuhý je vzorek 02 (Obr.18).

Vzorky 04 až 10

U vzorků 04 a 05 bylo nutné zmenšit hodnoty meze 2HG5 (z 5,0 na 3,5) z důvodů jejich vysoké smykové tuhosti. Vzorek 05 je nejtužší ve smyku a zároveň v ohybu. Tento vztah nelze uplatnit jako obecnou zásadu, avšak v tomto případě

vypovídá o výrazné celkové tuhosti textilie. Méně tuhý je vzorek 06 a dále pak 10, které se od sebe liší pouze úpravou rubní strany. Vrchová textilie je totožná. Nejméně tuhou tkaninou je 08. Je zároveň i lehce ohebná a po odlehčení se lehce vrací do původního tvaru.



Obr.18 Graf smykové tuhosti ve směru osnovy a útku

5.4 Splývavost

Delší splývavá hrana (odvėsna) značí také vyšší splývavý úhel DA. Proto vyšší hodnota znázorňuje také splývavější textili. Splývavost dosti závisí na struktuře textilie, jejím materiálovém složení a také plošné hmotnosti. Měřené vzorky jsou různorodé, liší se užitým vrchovým materiálem a rubovou úpravou. Proto je zajímavé porovnávat jejich odlišné chování.

Pro přehlednější vyhodnocení celkové splývavosti vzorků jsou všechny hodnoty pro každý vzorek průměrovány (Obr.20).

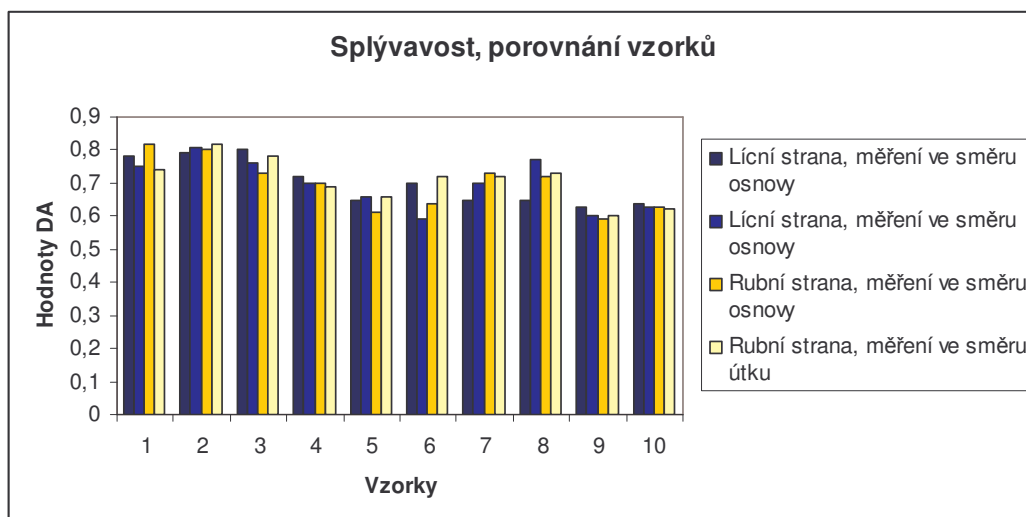
Vzorky 01 až 03

Splývavost pletenin je lehce vyšší ve směru sloupků než ve směru řádků, což je zapříčiněno uspořádáním oček (Obr.19). Stejný trend je znát i při měření textilií z rubní strany s tou výjimkou, že u vzorku číslo 03 došlo oproti lící straně ke snížení splývavosti ve směru osnovy. To je nejspíš způsobeno nánosem na rubní straně pleteniny. Celkově pak za nejsplývavější může být označen vzorek číslo 02.

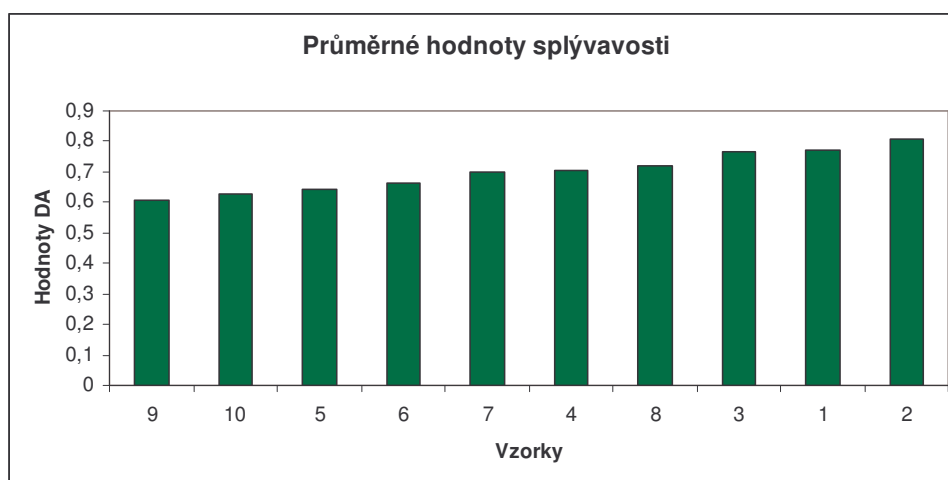
Vzorky 04 až 10

Nejsplývavějším vzorkem je číslo 08, což může být způsobeno vazbou tkaniny. Dle očekávání následuje vzorek 04. Zde jsou hodnoty splývavosti jen nevýrazně nižší, přestože tato textilie má ještě nižší plošnou hmotnost. Oproti ostatním textiliím je splývavější díky tomu, že na rubu není ještě navíc opatřena zátěrem. Textilie 07 se ve svých okrajích při položení na roh stolu lehce stáčí dovnitř. Při měření rubem nahoru však díky povrstvení ke stáčení nedochází a délka splývavé hrany se tak prodlužuje.

Stejně tak hodnoty měření mohou být zkresleny u vzorků 09 a 10, jejichž okraje mají také tendenci se stáčet. Vyznačují se ale tím, že splývavosti měřené ve všech směrech u nich vykazují velmi podobné hodnoty. Vzorek číslo 05 je jak tuhý, tak velmi lehký, takže není ani příliš splývavý.



Obr.19 Graf pro porovnání splývavosti vzorků



Obr.20 Graf průměrných hodnot splývavosti (vzestupné řazení)

5.5 Odolnost textilie v oděru

5.5.1 Vrtulkový odírač

Nejvyšší hodnoty hmotnostní změny představují také nejvyšší úbytek hmotnosti textilie oproti hmotnosti původní vlivem působení oděracího povrchu. Předem je třeba uvědomit si, že při oděru v komoře je narušován vzorek na všech místech včetně rubu. Hmotnostní změna nepostihuje pouze oděr vrchové textilie, ale celého vzorku. Proto se dá zkouška považovat za informativní, protože vypovídá čistě o odolnosti použitých materiálů, ne o skutečném opotřebení textilie při nošení.

Vzorky 01 až 03

Pleteniny byly oděrem poškozeny nejméně (Obr.21). Rubní strana je téměř shodná s lící, není opatřena další vrstvou, která se u ostatních vzorků pravděpodobně výrazně odřela a ovlivnila tím výsledky. Protože míra odření textilie je ovlivněna také způsobem unášení vzorku, dá se prohlásit, že ohebné pleteniny se lépe přizpůsobily pohybu vrtulek a oděr o obložení tak mohl být menší. Navíc při zkoušce na vrtulkovém oděrači je doporučeno odírat pleteniny při nižším počtu otáček než u tkanin. V tomto případě však pleteniny byly zkoušeny na stejné úrovni jako tkaniny, a přesto ve zkoušce uspěly lépe. Proto se dá předpokládat, že jde o velmi odolné textilie.

Vzorky 04 až 10

K nejvýraznějšímu narušení povrchu došlo u vzorku 06, následovaly vzorky 10 a 04. Následující pořadí je znázorněno v grafu (Obr.21). U vzorku číslo 09 nebylo možné zkoušku uznat za platnou, protože i po opakovaných pokusech docházelo k velmi výraznému poškození vzorku. Textilie byla vlečena, agresivně odírána a docházelo k nepravidelnému chodu přístroje.



Obr.21 Graf změny hmotnosti vzorků po zkoušce oděru. Vrtulkový odírač

5.5.2 Martindale

Výhodou zkoušky je, že se textilie odírá pouze z lící strany. V praxi se samozřejmě textilie může odírat také z rubu o pokožku těla nebo jinou textilie. U tohoto oděru se ale předpokládá menší intenzita a případná změna vzhledu není kvůli umístění na rubu tak výrazným nedostatkem. Rozdíl mezi hmotností před zkouškou a po zkoušce je u odolných textilií minimální.

Vzorky 01 až 03

U všech tří vzorků probíhal oděr podobně. Jemná pletenina nejprve na svůj povrch přijímala vlákna z oděrací textilie. Teprve po určitém počtu otáček se začala skutečně odírat. Nejodolnější pleteninou je vzorek 03.

Vzorky 04 až 10

V oděru nejodolnější je tkanina 05, u které byl dokonce zaznamenán příbytek hmotnosti způsobený hmotností zachycených vláken oděrací textilie. Vrchový materiál je vyroben z nylonu, který se vyznačuje lehkostí a především vysokou odolností v oděru. Po zkoušce na vzorku nebyla viditelná žádná změna. Se seřazených hodnot (Obr.22) dále vyplývá, že vysoce odolné v oděru jsou také vzorky 04 a 09, přestože na povrchu vzorků došlo k viditelným změnám. Na namáhaných místech se uvolnila ze struktury vlákna. Nejméně odolné se jeví vzorky 07 a 06.



Obr.22 Graf změny hmotnosti vzorků po zkoušce oděru. Martindale

Hmotnosti vzorků vzhledem k příslušnému počtu otáček jsou zaneseny do grafů (Příloha VI). Tyto grafy znázorňují změny hmotnosti vzhledem k otáčkám jako charakteristiku oděru zkoušené plošné textilie. Průběhy křivek ukazují, že na textilie jsou nejprve přichycována vlákna z oděrací textilie, tím se hmotnost zvyšuje. Avšak po určitém počtu otáček dojde ke zlomu a křivka průběhu oděru začne klesat, tzn. že dochází k narušení povrchu, ztrátě vláken a úbytku hmotnosti.

5.6 Celkové porovnání vzorků

Není možné jednoznačně o některém ze vzorků říct, že je lepší než jiný. Kvalitu výrobku totiž určuje především jeho účel použití a velmi záleží i na požadavcích nositele. K vyhodnocení celkového komfortu chybí další parametry především pro termofyziologický komfort.

Pokud se však snažíme porovnat předložené vzorky mezi sebou, je nutné vytvořit si jakýsi klíč pro jejich zhodnocení. Proto je sestaven soubor požadavků pro ideálně komfortní a pohodlný oděv, který musí splňovat tyto požadavky:

- Vysoké procento protažení
- Nízká ohybová tuhost
- Nízká smyková tuhost
- Vysoký stupeň splývavosti
- Vysoká odolnost v oděru

U každého vzorku je zhodnoceno, na kolik se tomuto ideálu přibližuje. Každá vlastnost je obodována na stupnici od 1 do 10, přičemž 1 značí nejnižší počet bodů (nekomfortní) a 10 pak nejvyšší počet bodů. Součty jsou uvedeny v tabulce (Tab.2).

Požadavkům ideálního komfortního nošení odpovídají nejlépe pleteniny 01, 02 a 03. Veškeré hodnoty, které vypovídají o chování textilie při namáhání v různých směrech, jsou velmi vysoké. Pleteniny jsou poddajné a přizpůsobí se pohybům těla. Avšak na úkor nižší odolnosti v oděru. Tyto pleteniny jsou velmi jemné a příjemné na dotek. Hodí se na sportovní oděvy, jako základní nebo střední vrstva oděvního systému. Textilie 02 se výborně uplatní i na trika do teplého počasí, protože zaručují chladivý omak a rychlé schnutí.

Mezi tkaninami může být za nejvhodnější považován vzorek 04. Má dobrou tažnost, je ohebný i splývavý a odolný v oděru. Proto se může dobře uplatňovat jako vrchní oděv pro různé, i náročnější sportovní aktivity. A to i pro takové, kde je oděv často odírán o různé povrchy (jiné textilie, popruhy batohu atd.). Textilie je velmi příjemná na omak, lehká a skladná. Problémem textilií tohoto typu (GORE-TEX® Paclite) je, že mají omezenou životnost, protože membrána není kryta a póry se tak postupně zanáší nečistotami. Textilie odpovídá současným požadavkům na skladné a pohodlné výrobky pro sport a volný čas.

Velmi komfortním se také jeví vzorek 08. Je minimálně tuhý, tím pádem i splývavý a dobře se přizpůsobí konturám těla. Nedostatkem může být dosti nízká tažnost a odolnost v oděru. Nízká odolnost v oděru může mít za následek kratší životnost výrobku nebo postupnou ztrátu jeho reprezentativního vzhledu.

Textilie 09 není náchylná k odírání a je dosti tažná, ale také tuhá. Podobný je i vzorek 07s tou výjimkou, že má výrazně nižší odolnost v oděru.

Textilie 05 se od ostatních viditelně odlišuje. Nízká hmotnost a velmi malá tloušťka paradoxně korespondují s vysokou tuhostí. Ta v určitém smyslu může oděvu zajistit dlouhou stálost tvaru. Hodí se na oděvy, které mají držet svůj tvar. Při navrhování a konfekční výrobě je však nutné dodržet dostatečné přídávky na volnost. Vrchový materiál je výrazně odolný v oděru, což je vzhledem k tuhosti materiálu výhodou. Naopak nevýhodou je šustivost materiálu.

Vzorky 10 a 06 jsou z pohledu srovnání s ideální textilií téměř nevyhovující. Vrchová textilie vypadá u obou velmi podobně, liší se ale v odolnosti v oděru. 10 je tažnější, avšak tužší.

Tab. 2 Porovnání vzorků (přiblížení ideálním hodnotám oděvnímu komfortu)

| Vzorek | Protažení | Ohybová tuhost | Smyková tuhost | Splývavost | Odolnost v oděru | <i>Celkem</i> |
|--------|-----------|-------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------|
| 01 | 8 | 9 | 9 | 9 | 5 | 40 |
| 02 | 9 | 8 | 10 | 10 | 4 | 41 |
| 03 | 10 | 10 | 8 | 8 | 7 | 43 |
| | | | | | | |
| 04 | 7 | 6 | 4 | 6 | 9 | 32 |
| 05 | 1 | 4 | 1 | 3 | 10 | 19 |
| 06 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1 | 12 |
| 07 | 4 | 5 | 6 | 5 | 2 | 22 |
| 08 | 2 | 7 | 7 | 7 | 3 | 26 |
| 09 | 6 | 3 | 5 | 1 | 8 | 23 |
| 10 | 5 | 1 | 3 | 2 | 6 | 17 |

Nejlepší hodnocení

Nejhorší hodnocení

5.7 Otázky závislostí vybraných charakteristik

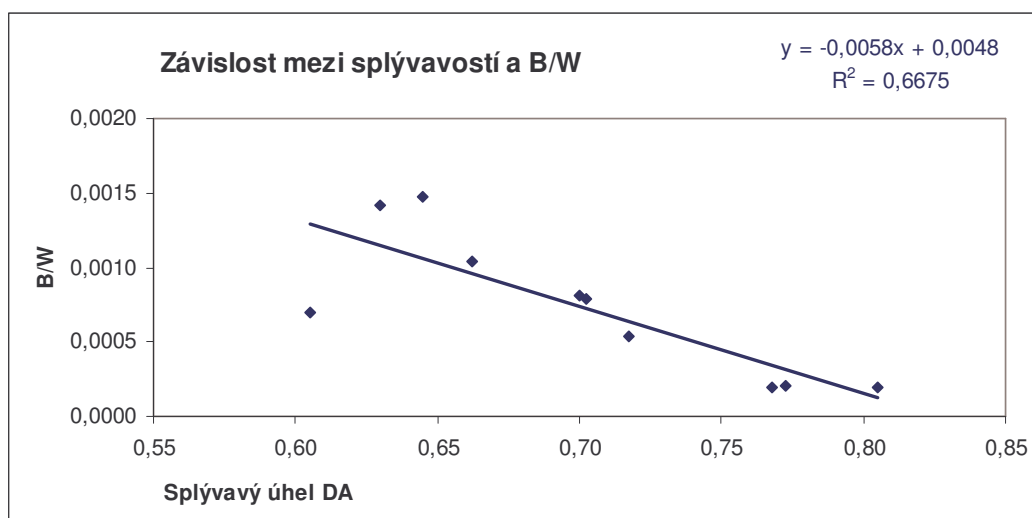
5.7.1 Charakterizuje splývavý úhel DA smykovou a ohybovou tuhost?

Pro zjišťování závislosti se vychází z průměrných hodnot. Přístroj KES měří hodnoty B a G jako průměrné pro lící a rubní stranu a zároveň osnovu a útek. Proto i hodnoty DA jsou průměrovány stejně. Pro zohlednění plošné hmotnosti W byly provedeny výpočty B/W a G/W . Průběhy závislostí byly vyhodnocovány prostřednictvím regresních úloh.

Závislost mezi DA a B/W

Mezi těmito charakteristikami existuje nepřímá závislost, tzn. vzrůstající splývavost se pojí s klesající ohybovou tuhostí (Obr.23). Mezi splývavostí a ohybovou tuhostí je silná závislost, která dosahuje hodnot spolehlivosti 0,8170. Vybočující hodnota je zaznamenána u vzorku 09, který přes svou nízkou ohybovou tuhost vykazuje nízké hodnoty splývavosti. To může být způsobeno obtížností měření splývavosti kvůli

výraznému stáčení okrajů vzorku. Po vyřazení vzorku 09 ze souboru se spolehlivost zvyšuje na 0,9698, což jenom dokazuje jeho odlišnost.

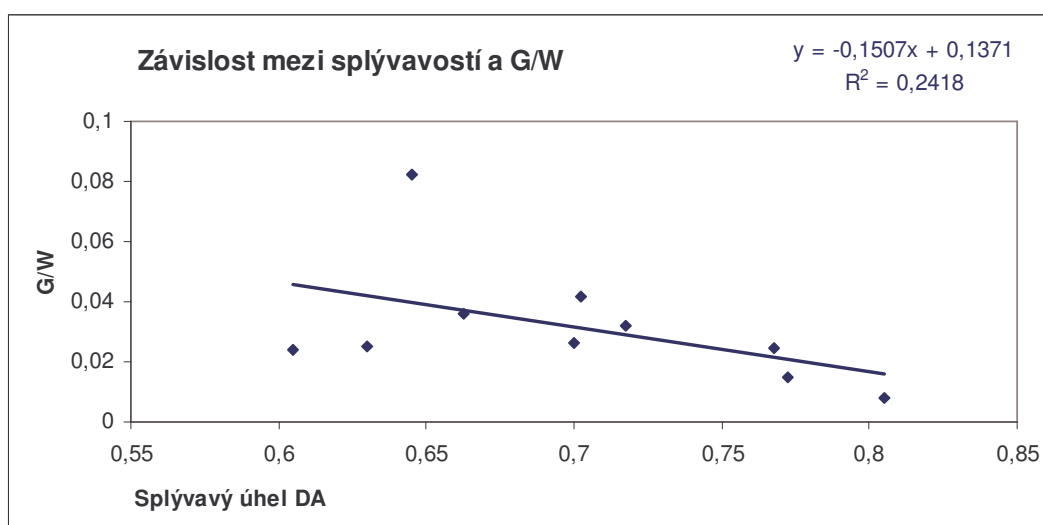


Obr.23 Graf závislosti mezi splývavostí a B/W

Závislost mezi DA a G/W

Opět dochází k nepřímé závislosti, která je ovšem oproti předchozímu porovnání výrazně nižší (Obr.24). Zjištěná závislosti mezi splývavostí a smykovou tuhostí u všech vzorků se ukazuje jako slabá. Také ukazatel spolehlivosti je pouhých 0,4917. U vzorku 05 je splývavost vzhledem k tuhosti ve smyku dosti vysoká, takže narušuje spolehlivost celého výběru. Po jeho vyřazení se však síla závislosti výrazně nezlepšila ($r = 0,5086$).

Z porovnání závislostí pro pleteniny a tkaniny zvlášť vyplývá, že se u pletenin klesající ohybová tuhost pojí s vysokým stupněm splývavosti. Na druhou stranu u tkanin neexistuje v podstatě žádná závislost.



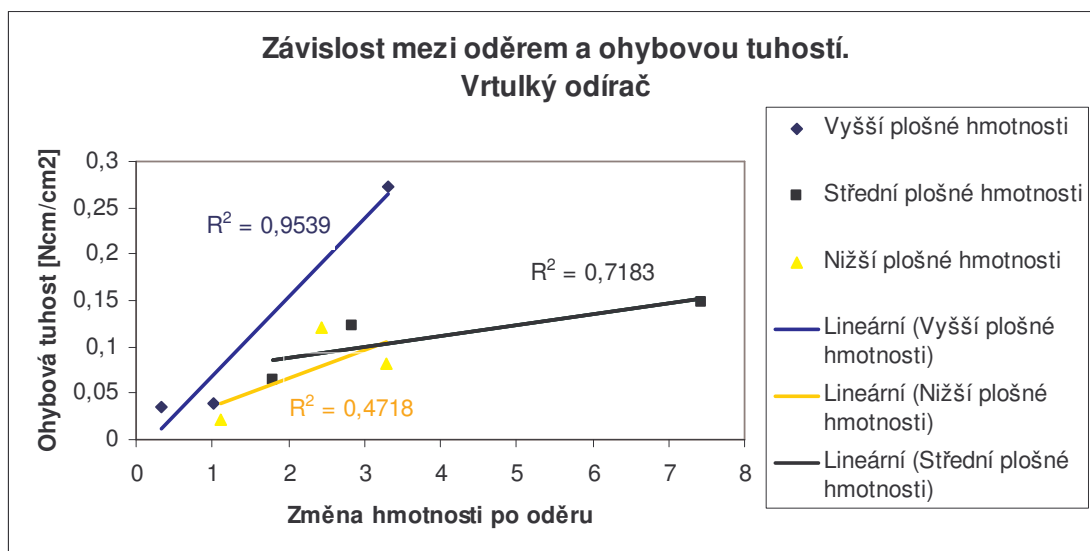
Obr.24 Graf závislosti mezi splývavostí a G/W

Podle zjištěných poznatků splývavý úhel závisí na ohybové tuhosti, avšak na smykové tuhosti minimálně. Obecně ale platí, že při splývání dochází k ohybu i smyku. Měření vzorků ale nedokázalo větší míru závislosti mezi smykem a splýváním.

Pokud by měla metoda měření splývavosti ohybem přes ostrý roh nahradit velmi drahé měření na přístrojích systému KES, byla by dostatečně objektivní pouze v případě ohybové tuhosti. Posuzování smykové tuhosti skrze měření splývavosti ohybem přes ostrý roh by dostatečně přesně hodnoty smyku neurčily. Avšak podle naměřených výsledků by mohlo měření na KESu být nahrazeno měřením ohybem přes roh s určitou spolehlivostí pouze pro pleteniny.

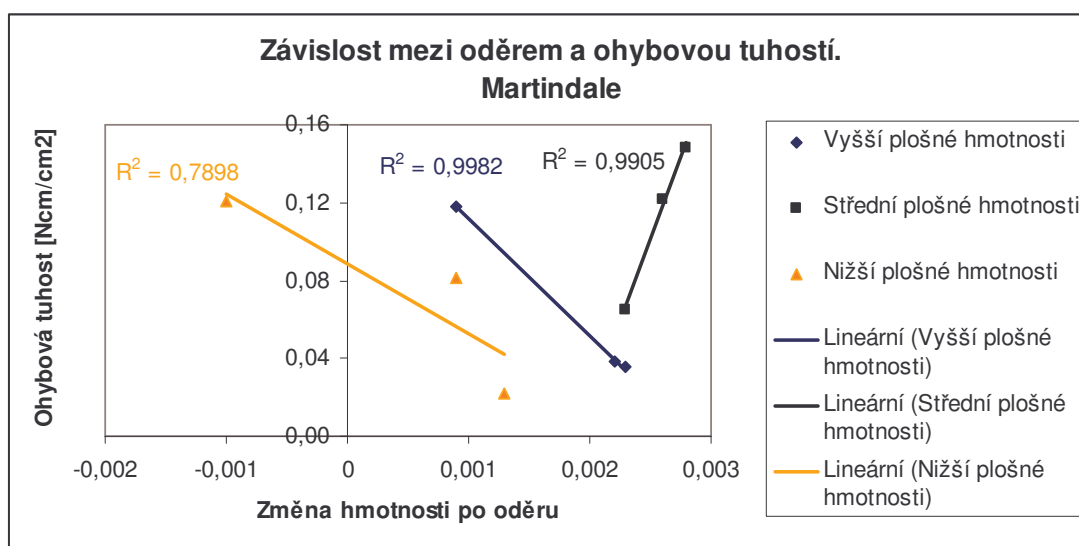
5.7.2 Ovlivňuje ohybová tuhost náchylnost materiálu k oděru?

Pro toto srovnání je nejprve nutné rozdělit si vzorky do skupin o podobné plošné hmotnosti. Nejprve je hodnoceno zjišťování oděru na vrtulkovém oděrači. Zde je důležité si uvědomit, že textilie je odírána v celé ploše a je do komory uložena poskládaná. Míra oděru tedy záleží i na tom, nakolik se textilie dokáže přizpůsobit pohybu vrtulek. Velmi tuhý materiál je pak odírán výrazněji, jak bylo dokázáno i sestrojenými grafy s lineární regresí (Obr.25). Spolehlivost tohoto tvrzení klesá s plošnou hmotností vzorků. Mezi nejlehčími vzorky se nachází 05 GORE-TEX® Paclite, který se vyznačuje právě lehkostí. Materiál je velmi odolný v oděru, ale je tuhý.



Obr.25 Graf závislosti mezi oděrem a ohybovou tuhostí. Vrtulkový odírač.

Při měření oděru na přístroji Martindale je textilie pevně uložena v čelisti a namáhána pouze z lícní strany, takže v průběhu zkoušky není téměř nijak namáhána v ohybu. Přesto se zkouška více blíží simulaci reálného oděru textilie při nošení. Stejně tendence stoupající ohybové tuhosti spolu se stoupající měrou oděru se projevuje pouze u středně těžkých vzorků a u vzorku 10 o nejvyšší plošné hmotnosti (Obr.26). Zde je ohybová tuhost zapříčiněna vyšší tloušťkou textilie. V ostatních případech platí, že tužší materiál se odírá méně. U tuhého materiálu se totiž předpokládá i „tvrdší“ polymer, který méně podléhá namáhání v oděru.

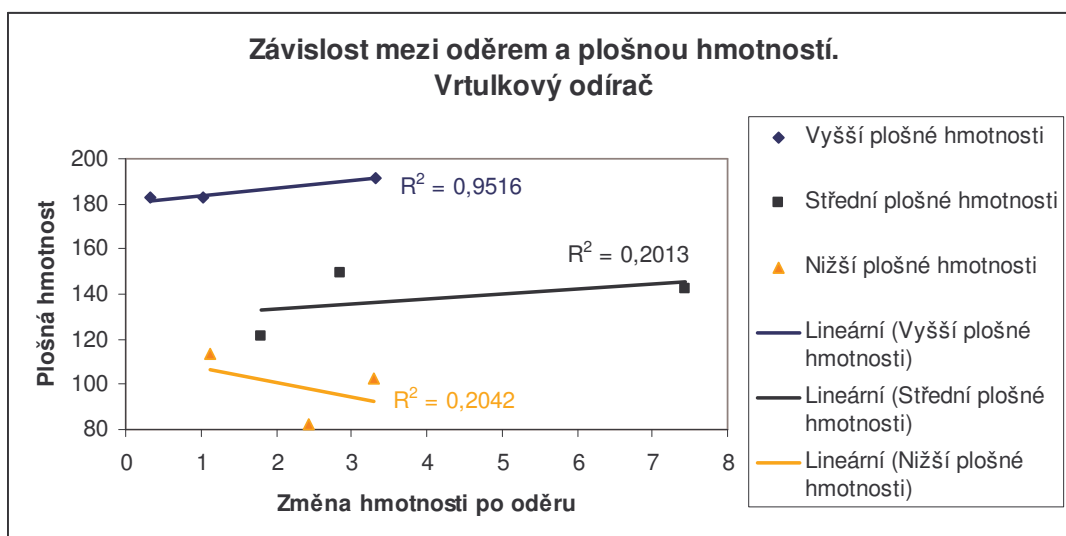


Obr.26 Graf závislosti mezi oděrem a ohybovou tuhostí. Martindale.

Ohybová tuhost tedy ovlivňuje oděr textilie, ale závisí velmi na způsobu oděru a také na materiálovém složení a struktuře vzorku.

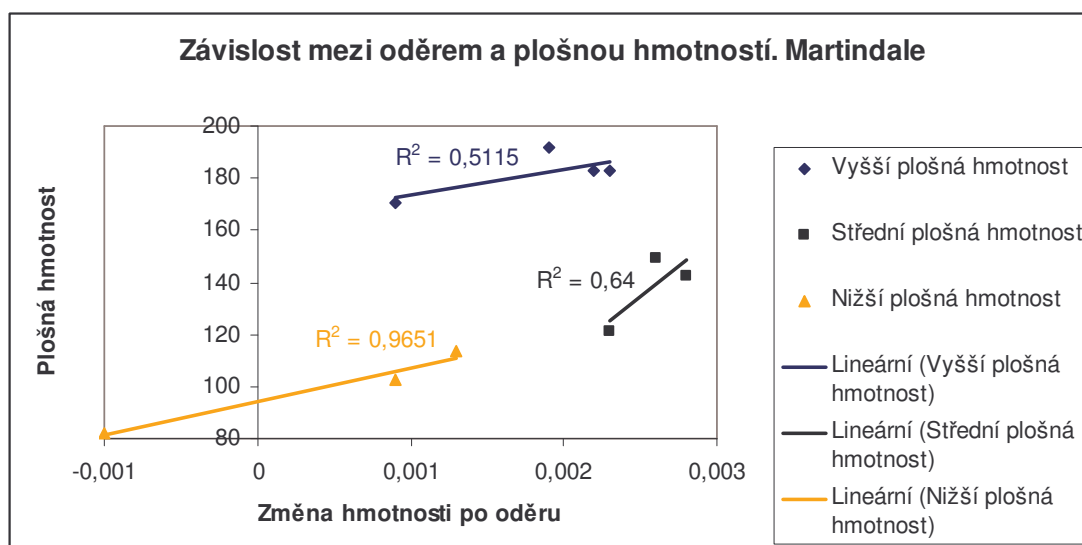
5.7.3 Ovlivňuje plošná hmotnost náchylnost materiálu v oděru?

Při srovnání plošné hmotnosti vzorků a oděru na vrtulkovém odírači platí, že se stoupající hmotností klesá odolnost v oděru (Obr.27). Tento poznatek však nemusí obecně platit pro různé typy textilií. Při celkovém oděru na vrtulkovém odírači je rubová úprava polopropustných textilií narušena a částečně odstraněna. Textilie bez této úpravy by byla teoreticky lehčí a přesto by se odřela stejně. To znamená, že nezáleží ani tak na plošné hmotnosti jako pak na materiálovém složení a struktuře vzorku, případně rubové úpravě. Např. u vzorku 08 se rubní strana téměř neponičila. Oproti tomu těžší vzorek 06 byl na rubní straně dosti odrán, a proto jeho celková změna hmotnosti byla výrazně vyšší. Stejně srovnání lze uplatnit i u vzorků 03 a 10



Obr.27 Graf závislosti mezi oděrem a plošnou hmotností. Vrtulkový odírač.

U měření na odírači Martindale (Obr.28) se těžší textilie odíraly více než ty s nižší plošnou hmotností. Je ale nutné vnímat, že membrány nebo povrstvení zvyšují hmotnost textilie, ale odírány nejsou. Odírán je přitom pouze vrchový materiál. Takže stejně jako u vyhodnocení oděru na vrtulkovém odírači platí, že záleží především na struktuře a materiálu odírané textilie.



Obr.28 Graf závislosti mezi oděrem a plošnou hmotností. Martindale.

6. Marketingový výzkum

Prodejce (výrobce) má vždy pozorovat a naslouchat, co jeho zákazníci potřebují a podle toho směřovat i svoje strategie. K tomu slouží marketingový výzkum. Je to proces sběru a analyzování dat. Slouží především marketingovým manažerům k rozpoznávání a správným reakcím na marketingové příležitosti a hrozby. Dle zjištěných výsledků je pak volena vhodná marketingová strategie. Funkce marketingového výzkumu spočívá především v monitorování situace nebo má snižovat možné riziko. [20]

6.1 Vlastní výzkum

Cílem výzkumu v této práci je zjistit, jak uživatelé polopropustných textilií hodnotí a rozlišují komfort nošení tuhých a elastických polopropustných textilií. Pro marketingový výzkum bylo osloveno celkem 50 respondentů, u kterých se předpokládá alespoň občasné užívání polopropustných textilií. Jim byl předložen připravený dotazník, který byl nejprve otestován. Testováním dotazníku lze rozpoznat a opravit možné chyby. Z hlediska obecné metrologie je zvolen výzkum popisný, který zjišťuje současný stav sledovaného jevu. Získaná data jsou primární, dosud nikým nezpracovávaná.

V úvodu dotazníku jsou stručně vysvětleny pojmy tak, aby byly pochopitelné pro všechny respondenty. Nemělo by tak dojít ke špatnému vyložení otázek. Respondenti odpovídají na 10 otázek týkajících se dané problematiky. Otázky jsou především uzavřené, tzn. nabízejí dotázanému vybrat z předem připravených odpovědí nebo možností. Pro vyjádření vlastního názoru však respondentům u některých otázek slouží kolonka „jiné“. Pro vyjádření postoje oslovených k určitým jevům (vlastnostem textilií) je užito bodování. Lichý počet kategorií umožňuje respondentovi být indiferentní. Proto byl zvolen sudý počet kategorií u něhož respondent musí zaujmout určitý postoj. V závěru jsou přiloženy klasifikační otázky, které slouží ke specifikaci osloveného vzorku dotazovaných.

6.2 Vyhodnocení dotazníků

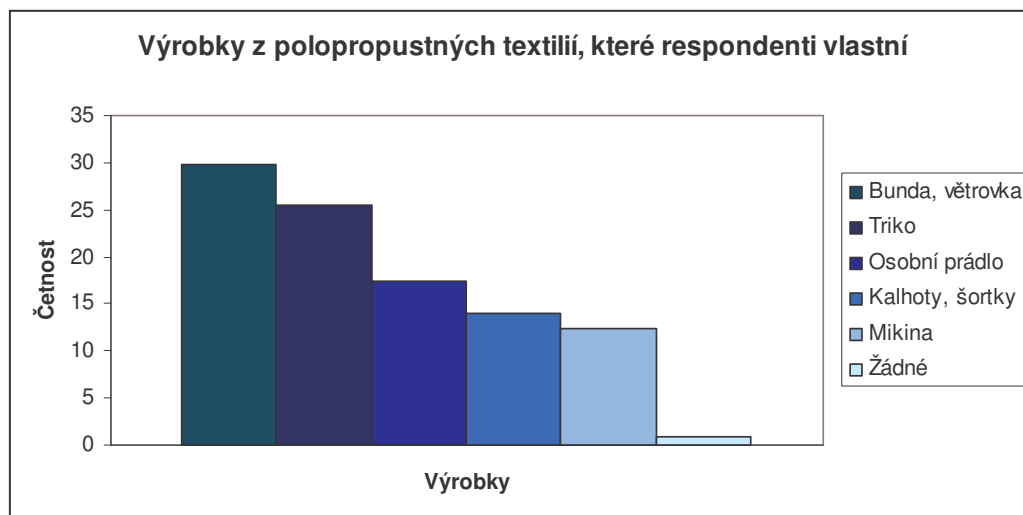
Struktura vybraného vzorku respondentů

Z vyhodnocení klasifikačních otázek vyplývá, že 54% dotazovaných byli muži a 46% ženy. Většina dotázaných byla ve věku od 20 do 30 let s nejvyšším ukončeným vzděláním na středoškolské úrovni.

Postoje respondentů k polopropustným textiliím

Pouze 3 dotázaní se nikdy nestkali s pojmem „polopropustné textilie“. Přesto jsou všichni dotázaní ochotni zaplatit za funkční oděvy vyšší částku než za oděv bez těchto vlastností. Téměř všichni (96%) jsou přesvědčeni, že účel použití je hlavním ukazatelem pro výběr vhodného typu polopropustné textile. Jeden dotázaný uvedl, že při výběru typu polopropustné textile je ovlivněn také nabízenou kvalitou závislou na ceně. O nové technologie v oblasti polopropustných textilií a o vlastnosti funkčních oděvů se více zajímá 58% respondentů.

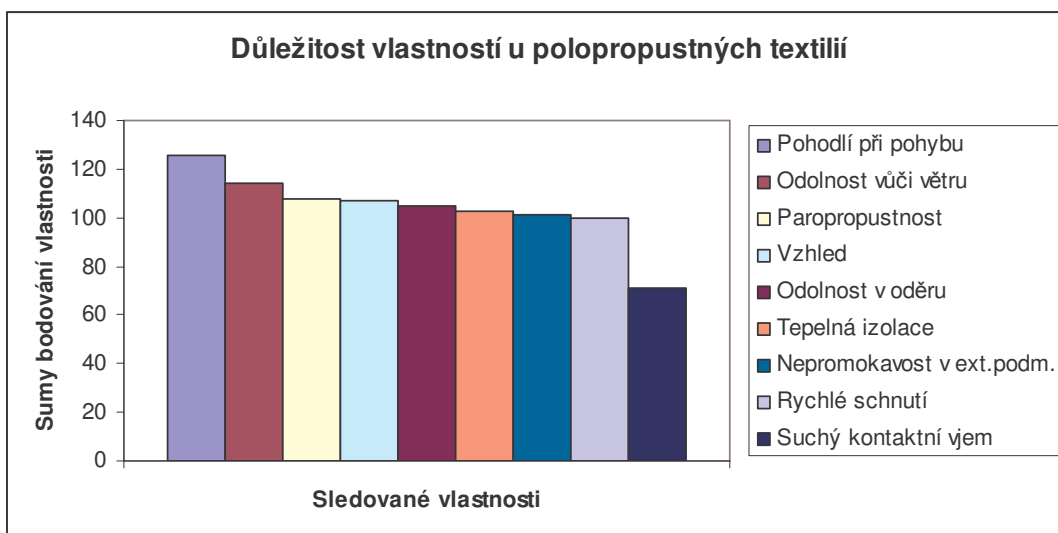
Podle otázky číslo 2 pouze 1 oslovený nevlastní žádný výrobek vyrobený z těchto materiálů. Mezi ostatními jsou rozšířeny nejvíce bundy a větrovky (Obr.29).



Obr.29 Graf pro znázornění typů výrobků, které respondenti vlastní

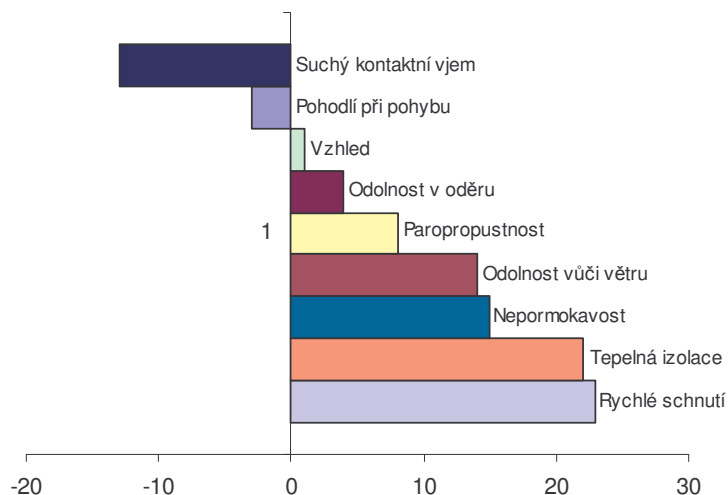
Komfort nošení výrobků z polopropustných textilií je obecně kladně hodnocen, celých 72% dotázaných vnímá komfort polopropustných textilií jako velmi dobrý až výborný. V otázce číslo 3 respondenti ohodnotili jednotlivé nabízené vlastnosti tak, jak jsou dle jejich názoru důležité u polopropustných textilií. Z grafu (Obr.30) lze vyčíst, že pro respondenty jsou nejdůležitější pohodlí při pohybu, odolnost vůči větru a

paropropustnost. Na druhou stranu je nejméně oceněn suchý kontaktní vjem. Oslovení uživatelé tedy nejspíš vyžadují, aby se při nošení oděvu cítili především komfortně a zároveň dobře vypadali (vzhled). Nečekaně nízce byla ohodnocena nepromokavost v extrémních podmínkách. Je možné, že uživatelé uvažují výrobek s dostatečnou nepromokavostí pro běžné nebo příležitostné nošení oděvu a nepromokavost do extrémních podmínek považují za nadstandard. Dva uživatelé uvedli navíc příjemný omak textilie a hodnotili ho jako velmi důležitý.



Obr.30 Graf pro znázornění důležitosti jednotlivých vlastností

V závěru dotazníku respondenti ohodnotili rozdílné požadavky na oděv (pro konkrétní představu uvažujme bundu) určený pro zimní období a oděv určený pro zbytek roku. U každé vlastnosti respondenti rozhodovali, jestli je odlišná pro bundu zimní a bundu určenou pro zbytek roku. Tyto postoje byly vyhodnoceny a seřazeny vzestupně. Takže jako naprosto neodlišný je vnímán suchý kontaktní vjem. To znamená, že suchý kontaktní vjem může být stejný jak pro zimní bundu, tak bundu určenou pro zbytek roku. Stoupající tendence se pojí se stoupající odlišností. Naprosto odlišně je vnímáno rychlé schnutí. To je tedy požadováno u jednoho z typů bund o mnoho výrazněji než u druhé (Obr.31).



Obr.31 Graf vnímání odlišností u zimní bundy a bundy určené pro zbytek roku

Vnímání rozdílů mezi tuhými a elastickými textiliemi

Z vyhodnocení otázky číslo 8 vyplývá, že 60% dotázaných dává přednost elastickým textiliím před tuhými. Tento výsledek může ve srovnání s ostatními odpověďmi vypovídat o tom, že:

- oslovení, kteří vybírají typ textilie s ohledem na její budoucí účel použití (jak bylo zjištěno v otázce číslo 7) vyhledávají spíše pohodlné oděvy určené např. pro sport a lehkou turistiku. Proto se dá také předpokládat, že funkční oděvy jsou kupovány většinou právě pro konkrétní zamýšlený účel použití.
- pojem „elastické“ může evokovat pohodlný a příjemný pocit při pohybu. Naopak „tuhý“ může vyvolat pocit těžkosti a nepohodlí. Respondenti tedy mohli být ovlivněni zněním pojmů bez toho, aniž by si je dostatečně spojili s vlastností oděvu.

V otázce číslo 9 byly porovnávány vlastnosti elastických a tuhých textilií (Obr.32). Respondenti volili důležitosti vlastností pro daný typ textilie. Měli také možnost označit oba typy v případě, že se jim určitá vlastnost jevila jako srovnatelně důležitá u obou typů textilií. Tohoto využili především u tepelné izolace, rychlého schnutí a suchého kontaktního vjemu. Z toho vyplývá, že zmíněné vlastnosti respondenti u obou typů textilií vyžadují stejnou měrou. Na velmi podobné úrovni byly požadavky na suchý kontaktní vjem a vzhled.

Z dalšího vyhodnocení byly vyčteny významné vlastnosti:

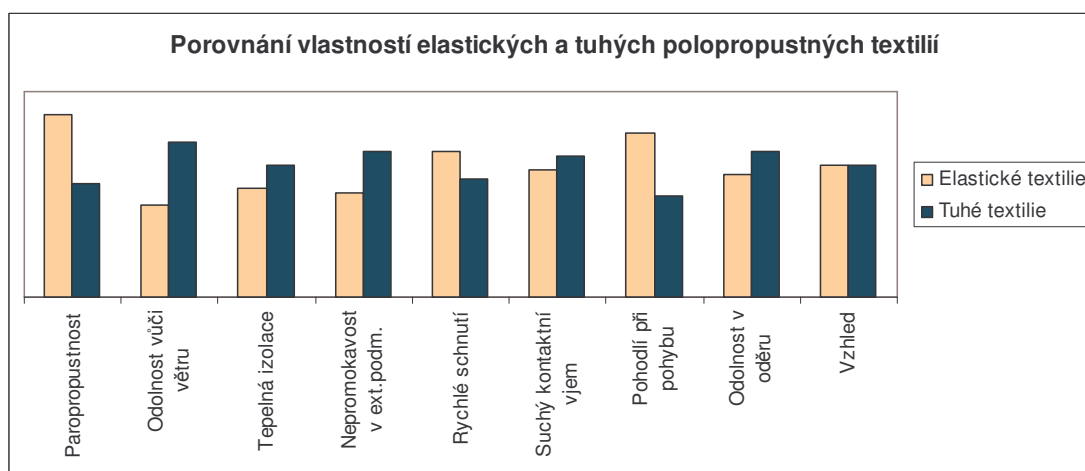
Pro **elastické** polopropustné textilie

Paropropustnost, pohodlí při pohybu, rychlé schnutí.

Pro **tuhé** polopropustné textilie

Odolnost vůči větru, nepromokavost v extrémních podmínkách, odolnost v oděru, tepelná izolace.

Podle výčtu významných vlastností lze soudit, že **elastické** textilie jsou uživateli vyhledávány během sportovních aktivit nebo jinak fyzicky více náročných činností. Vypovídá o tom vysoce ohodnocená paropropustnost a rychlé schnutí, které společně slouží k tomu, aby byl během fyzické zátěže odváděn pot a tělo tak zůstalo suché. Dle hodnocení respondentů mají být **tuhé** textilie spíše odolné a mají odolávat nepříznivým povětrnostním podmínkám. Potom je možné sem zařadit oděvy určené pro náročnější použití, případně zimní oděvy (tepelná izolace).



Obr.32 Graf pro porovnání vlastností elastických a tuhých polopropustných textilií

Celkové shrnutí zjištěných informací

Komfort nošení polopropustných textilií je hodnocen velmi dobře a uživatelé jsou také ochotni jej ocenit. Žádané je především pohodlí a estetika oblečení z polopropustných textilií. Většina oděvů je vybírána uživateli podle předem zamýšleného účelu použití. Nejčastěji nakupovanými kusy oděvu jsou bundy, takže se dá předpokládat, že jde o bundy určené na lyžování nebo jinou specifickou aktivitu. Tomuto vyjádření odpovídá tvrzení, že jak zimní oděvy, tak oděvy pro zbytek roku mají být shodně především pohodlné, odolné a mají vypadat dobře.

Dotazování dávají přednost elastickým polopropustným textiliím před tuhými. Požadavky na elastické polopropustné textilie se také dosti shodují s požadavky na polopropustné textilie obecně a navíc odpovídají současným trendům. Nynější tendence velí vyrábět oděvy lehké, pohodlné, udržující tělo v komfortním stavu a zároveň slušivé. Naproti tomu tuhé polopropustné textilie jsou ty, které „mají něco vydržet“. Respondenti jsou v jejich případě ochotni obětovat pohodlí a polopropustnost na úkor toho, aby získali textilií odolnou a nepromokavou.

Doporučením pro prodejce oděvů z polopropustných textilií může být, aby stávající i možné potenciální zákazníci seznamovali s výhodami funkčních textilií, s výhodami jejich nošení během běžných denních aktivit a osvětlovali odborné pojmy a převáděli je do „laického“ jazyka.

7. Závěr

Cílem práce bylo změřit mechanické vlastnosti u 10 vzorků polopropustných textilií. V současné době, kdy je zájem o takové textilie vysoký, je třeba rozlišovat jejich kvalitu. O funkčních oděvech se často mluví v superlativech, především ve vztahu s vlastnostmi termofyziologického komfortu. Avšak často opomíjené mechanické vlastnosti by při hodnocení funkčních oděvů neměly zůstat stranou.

Vyhodnocení zkoušek bylo ztíženo rozdílností vzorků. Odlišují se ve vrchových materiálech, ve struktuře a typu membrány nebo jiné vložené vrstvy. A právě proto se každý vzorek během měření choval specificky. Předmětem dalšího zkoumání by proto mohlo být zjišťování konkrétnějších údajů o složení a struktuře vzorků.

Při porovnávání vzorků bylo nutné zohlednit rozdíly mezi pleteninami a tkaninami. Pleteniny jsou obecně oproti tkaninám tažnější a celkově tvárnější, avšak o menších odolnostech proti oděru. Ve výsledcích provedených zkoušek vztažených na komplexní požadavky komfortu proto dle očekávání výrazně předčily tkaniny.

Mezi tkaninami pak byly velice zajímavé vzorky 04 a 05, oba spadající do stejné výrobní řady GORE-TEX® Paclite Shell. Přesto jsou svými vlastnostmi odlišné. Vzorek 04, který byl vyhodnocen jako nejlepší, má být podle výsledků zkoušek velmi pohodlný a ohebný. Naproti tomu vzorek 05 je výrazně odolný v oděru a vzhledem ke své hmotnosti a tloušťce paradoxně vysoce tuhý. Vymykal se i při zkouškách na přístroji KES. Bylo třeba upravit standardní rozpětí mezí pro měření ohybové tuhosti.

Dále byly zjišťovány závislosti mezi vybranými měřenými vlastnostmi. Silná závislost byla dokázána mezi splývavostí a tuhostí v ohybu. S nižší ohybovou tuhostí se pojí vyšší splývavost. Závislost mezi splývavostí a smykovou tuhostí je však velmi slabá. A to i přesto, že je dokázáno, že při splývání dochází k ohybu i smyku. Proto by bylo vhodné provést rozšiřující měření a vyřešit problém s obtížností měření vzorků se stáčivými okraji.

Vliv ohybu na oděr byl prokázán především u měření na vrtulkovém odírači. Při vyšší tuhosti v ohybu byla míra oděru vyšší. Stejná souvislost nebyla zcela prokázána u měření na přístroji Martindale. Lze tedy soudit, že dosti záleží na způsobu oděru.

Závislost oděru na plošné hmotnosti byla prokázána ve většině případů u obou typů měření odolnosti v oděru.

Z provedeného marketingového výzkumu vyplývá, že oděvy z polopropustných textilií jsou oblíbené, rozšířené a jejich komfort je dobře hodnocen. Uživatelé funkční oděvy vybírají především podle účelu jejich použití. Upřednostňují volnost v pohybu a pěkný vzhled, což opět odkazuje na potřebu sledování mechanických vlastností. Respondenti dávají přednost elastickým polopropustným textiliím. Tuhé pak považují za materiály určené pro náročnější využití.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hes, L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Liberec: TU, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] Nedúchalová P.: Měření užitných vlastností textilních materiálů z polopropustných látek v závislosti na době použití: diplomová práce. Liberec: TU, 2000.
- [3] Navrátilová, L.: Analýza propustnosti vody u výrobků z high-tech materiálů v oblasti švů: bakalářská práce. Liberec: TU, 2007.
- [4] Výrobky GORE-TEX®, domovská stránka. [online] Dostupné na <http://www.gore-tex.cz/remote/Satellite?c=fabrics_prod_land_c&childpagename=goretex_cs_CZ%2Ffabrics_prod_land_c%2FFabricTechnologyLandingMidi&cid=1183947836790&packedargs=prodtype1%3DOuterwear1&pagename=SessionWrapper>. Citováno 17.3. 2008
- [5] Sympatex: Membrane technologies. [online] Dostupné na <<http://www.sympatex.com/index.php?id=48&L=2>>. Citováno 25.3. 2008
- [6] Wagner, J., Kopal, A.: Fyzika, Přehled pro strojní fakultu – 1.díl. Liberec: VŠST, 1985.
- [7] Kovačič, V.: Zkoušení textilií. [online] Dostupné také na <<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060302/ztpb.pdf>>. Citováno 13.2. 2008
- [8] Bona, M.: Quality kontrol in the textile finishing. EUROTEx Portugal 1993
- [9] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií. Liberec: TU, 2003. ISBN 80-7083-676-8.
- [10] Zabořilová, H.: Měření splývavosti plošných textilií metodou L: diplomová práce. Liberec: TU, 2002.
- [11] Veleková, J.: Porovnání metod hodnocení splývavosti: diplomová práce. Liberec: TU, 2003.
- [12] Marhútová J.: Metodika hodnocení oděru oděvních výrobků: diplomová práce. Liberec: TU, 2007.
- [13] Militký, J.: Technické textilie: vybrané kapitoly. Liberec: TU, 2007. ISBN 978-80-7372-170-1.
- [14] Kawabata, S.: The standardization and analysis of hand evaluation. The hand evaluation and standardization committee. The textile Machinery Society: 1980.

- [15] Interní norma 23-202-01/01. Splývavost tkanin. Ohyb přes ostrý roh. Liberec: Výzkumné centrum Textil zastoupený L. Hesem a L. Fridrichovou. [online] Dostupné na
<http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-202-01_01.pdf>.
Citováno 5.2. 2008
- [16] ČSN EN ISO 12947-1. Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale- Část 1: Přístroj Martindale. Praha: Český normalizační institut, 1999. 20 stran.
- [17] Sigtex® Industrial Co., LTD. [online] Dostupné na
<http://www.sigtex.com/products.aspx?cid=C_00000013>.
Citováno 26.3. 2008
- [18] ČSN 80 0833. Stanovení odolnosti v oděru na vrtulkovém odírači. Brno: s.p. Print, 1992. 8 stran.
- [19] ČSN EN ISO 12947-3. Textilie – Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale- Část 3: Zjišťování úbytku hmotnosti. Praha: Český normalizační institut, 1999. 16 stran.
- [20] Foret, M., Stávková, J.: Marketingový výzkum, Jak poznávat své zákazníky. Praha: Grada Publishing a.s., 2003. ISBN 80-247-0385-8.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr.1 Mikroporézní zátěr Toray Entrant GII
- Obr.2 Princip mikroporézní membrány
- Obr.3 Logo výrobků GORE-TEX®
- Obr.4 Schéma funkce neporézních membrán
- Obr.5 Schéma tří hlavních deformací
- Obr.6 Měřicí zařízení KES-FB1 a jeho pracovní část
- Obr.7 Měřicí zařízení KES-FB2 a jeho pracovní část
- Obr.8 Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh
- Obr.9 Vrtulkový oděrač Accelerotor se vzorkem
- Obr.10 Pracovní místo přístroje Nu-Martindale 864
- Obr.11 Textilie z výrobní řady SINGCARE ICE-COOL
- Obr.12 Tahové charakteristiky
- Obr.13 Ohybové charakteristiky
- Obr.14 Smykové charakteristiky
- Obr.15 Schéma měření splývavosti [norma]
- Obr.16 Graf protažení EM ve směru osnovy a útku
- Obr.17 Graf ohybové tuhosti B ve směru osnovy a útku
- Obr.18 Graf smykové tuhosti ve směru osnovy a útku
- Obr.19 Graf pro porovnání splývavosti vzorků
- Obr.20 Graf průměrných hodnot splývavosti (vzestupné řazení)
- Obr.21 Graf změny hmotnosti vzorků po zkoušce oděru. Vrtulkový odírač
- Obr.22 Graf změny hmotnosti vzorků po zkoušce oděru. Martindale
- Obr.23 Graf závislosti mezi splývavostí a B/W
- Obr.24 Graf závislosti mezi splývavostí a G/W
- Obr.25 Graf závislosti mezi oděrem a ohybovou tuhostí. Vrtulkový odírač.
- Obr.26 Graf závislosti mezi oděrem a ohybovou tuhostí. Martindale.
- Obr.27 Graf závislosti mezi oděrem a plošnou hmotností. Vrtulkový odírač.
- Obr.28 Graf závislosti mezi oděrem a plošnou hmotností. Martindale.
- Obr.29 Graf pro znázornění typů výrobků, které respondenti vlastní
- Obr.30 Graf pro znázornění důležitosti jednotlivých vlastností
- Obr.31 Graf vnímání odlišností u zimní bundy a bundy určené pro zbytek roku

Obr.32 Graf pro porovnání vlastností elastických a tuhých polopropustných textilií

SEZNAM TABULEK

Tab.1 Popis vzorků

Tab.2 Porovnání vzorků (přiblížení ideálním hodnotám oděvnímu komfortu)

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|-------------|--|
| Příloha I | Vzorník polopropustných textilií |
| Příloha II | Tabulka hodnot naměřených na přístrojích KES |
| Příloha III | Grafy hodnot jednotlivých vlastností zjištěných na přístrojích KES |
| Příloha IV | Splývavost ohybem přes ostrý roh – naměřené hodnoty |
| Příloha V | Odolnost v oděru – naměřené hodnoty |
| Příloha VI | Průběhy oděru vzhledem k počtu otáček. Martindale. |
| Příloha VII | Dotazník |